

Universitat de Lleida
Escola Politècnica Superior
Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Mecànica

Projecte final de carrera

**Disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al
Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida.**

Autor: Carina Santiago Gallego
Directora: Lluïsa F. Cabeza Fabra
Octubre de 2007



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

1. ÍNDEX GENERAL



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

ÍNDEX GENERAL

VOLUM I: ÍNDEX GENERAL, MEMÒRIA I ANNEXES

1. ÍNDEX GENERAL	3
ÍNDEX GENERAL	5
ÍNDEX DE FIGURES	9
ÍNDEX DE TAULES	11
2. MEMÒRIA	13
ÍNDEX DE LA MEMÒRIA	15
FULL D'IDENTIFICACIÓ	17
2.1. INTRODUCCIÓ	19
2.1.1. ENERGIES RENOVABLES	19
2.1.2. L'ARQUITECTURA BIOCLIMÀTICA	22
2.1.3. L'ENERGIA SOLAR	28
2.2. OBJECTE	31
2.2.1. NATURALESIA	31
2.2.2. LOCALITZACIÓ I EMPLAÇAMENT.	31
2.3. ABAST	32
2.4. ANTECEDENTS	33
2.5. NORMES I REFERÈNCIES	34
2.5.1. DISPOSICIONS LEGALS Y NORMES APLICADES	34
2.5.2. BIBLIOGRAFIA	36
2.5.3. ALTRES BIBLIOGRAFIES	37
2.5.4. PROGRAMES DE CÀLCUL	37
2.6. DEFINICIONS I ABREVIATURES	38
2.6.1. DEFINICIONS	38
2.6.2. ABREVIATURES	42
2.7. REQUISITS DE DISSENY	43
2.7.1. REQUERIMENTS URBANÍSTICS	43
2.7.2. REQUERIMENTS DEL DISSENY DE LA CLIMATITZACIÓ	43
2.8. ANÀLISI DE SOLUCIONS	44
2.8.1. JUSTIFICACIÓ DE LA UBICACIÓ DE LA NAU	44
2.8.2. JUSTIFICACIÓ D'ENERGIA SOLAR PASSIVA	46
2.8.3. JUSTIFICACIÓ DE LA CLIMATITZACIÓ	51
2.9. RESULTATS FINALS	85
2.9.1. ORIENTACIÓ DE LA NAU	85
2.9.2. ASPECTES CONSTRUCTIUS DE LA NAU	85
2.9.3. VENTILACIÓ NATURAL EN EL MAGATZEM	88
2.9.4. IL·LUMINACIÓ NATURAL EN EL MAGATZEM	88
2.9.5. CLIMATITZACIÓ DE LA NAU	88
2.9.6. DESCRIPCIÓ DE LES INSTAL·LACIONS DE LES OFICINES	89
2.10. PLANIFICACIÓ	93
2.10.1. DIAGRAMA DE GANTT EN ESCALA MENSUAL	93
2.10.2. DIAGRAMA DE GANTT EN ESCALA SETMANAL	95
2.11. AGRAÏMENTS	97

3. ANNEXOS	99
ÍNDEX DELS ANNEXOS	101
3.1. ANNEX I. ENERGIA SOLAR PASSIVA	103
3.1.1. ORIENTACIÓ DE LA NAU	105
3.1.2. FACTOR DE FORMA	105
3.1.3. VENTILACIÓ	105
3.1.4. AÏLLAMENT	106
3.1.5. ACRISTALAMENT	110
3.1.6. IL·LUMINACIÓ NATURAL	111
3.2. ANNEX II. CÀRREGUES TÈRMQUES	115
3.2.1. RESUM DE FÓRMULES	117
3.2.2. DADES GENERALS	126
3.2.3. FITXA JUSTIFICATIVA DEL CÀLCUL DEL KG DE LES OFICINES	131
3.2.4. FITXA JUSTIFICATIVA DEL CÀLCUL DEL KG DEL MAGATZEM	132
3.2.5. CONDICIONS EXTERIORS	133
3.2.6. CONDICIONS INTERIORS	133
3.2.7. CÀRREGA TÈRMICA HIVERN	134
3.2.8. CÀRREGA TÈRMICA ESTIU	148
3.2.9. EQUIPS DE PRODUCCIÓ DE FRED I CALOR PER A LES OFICINES	173
3.2.10. EQUIPS DE PRODUCCIÓ DE FRED I CALOR PER AL MAGATZEM	175
3.3. ANNEX III. INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA	177
3.3.1. DADES DE PARTIDA	179
3.3.2. CÀLCUL DEL SISTEMA	180
3.4. ANNEX IV. TERRA RADIANT	185
3.4.1. INTRODUCCIÓ	187
3.4.2. CÀLCUL DE TERRA RADIANT	190
3.5. ANNEX V. INSTAL·LACIÓ DE REFRIGERACIÓ	205
3.5.1. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	207
3.5.2. RESULTATS OBTINGUTS	208
3.5.3. BOMBA DE CIRCULACIÓ	211
3.5.4. MESURES ADOPTADES PER L'ÚS RACIONAL DE L'ENERGIA	211
3.6. ANNEX VI. INSTAL·LACIÓ RENOVACIÓ D'AIRE	213
3.6.1. VENTILACIÓ FORÇADA DE LES OFICINES	215
3.6.2. VENTILACIÓ DELS SERVEIS HIGIÈNICS	231
3.7. CATÀLEGS DE COMPONENTS	232

VOLUM II: PLÀNOLS, PLEC DE CONDICIONS, ESTAT D'AMIDAMENTS I PRESSUPOST

4. PLÀNOLS	233
ÍNDEX DE PLÀNOLS	235
PLÀNOL 1. SITUACIÓ.	237
PLÀNOL 2. EMPLAÇAMENT.	238
PLÀNOL 3. NAU. PLANTA BAIXA DISTRIBUCIÓ.	239
PLÀNOL 4. NAU. PLANTA PRIMERA.	240
PLÀNOL 5. OFICINES. PLANTA BAIXA. COTES I SUPERFÍCIES.	241
PLÀNOL 6. OFICINES. PLANTA BAIXA. DISTRIBUCIÓ.	242
PLÀNOL 7. OFICINES. PLANTA PRIMERA. COTES I SUPERFÍCIES.	243

PLÀNOL 8. OFICINES. PLANTA PRIMERA DISTRIBUCIÓ.	244
PLÀNOL 9. PLANTA COBERTA.	245
PLÀNOL 10. FAÇANA NORD I SUD.	246
PLÀNOL 11. FAÇANA OEST, EST I PERSPECTIVES.	247
PLÀNOL 12. SECCIÓ.	248
PLÀNOL 13. INSTAL·LACIÓ EXTERIOR GEOTÈRMICA I INTERIOR DELS COL·LECTORS DE TERRA RADIANT I INSTAL·LACIÓ DE FAN-COILS.	249
PLÀNOL 14. OFICINES. PLANTA PRIMERA. INSTAL·LACIÓ DELS COL·LECTORS DEL TERRA RADIANT, INSTAL·LACIÓ DE FAN-COILS I SALA DE MÀQUINES.	250
PLÀNOL 15. OFICINES. PLANTA BAIXA. TERRA RADIANT.	251
PLÀNOL 16. OFICINES. PLANTA PRIMERA. TERRA RADIANT.	252
PLÀNOL 17. OFICINES. PLANTA BAIXA. RENOVACIÓ D'AIRE.	253
PLÀNOL 18. OFICINES. PLANTA PRIMERA. RENOVACIÓ D'AIRE.	254
PLÀNOL 19. ESQUEMA GENERAL DE LA INSTAL·LACIÓ.	255
PLÀNOL 20. ESQUEMA DE LA INSTAL·LACIÓ EN LA SALA DE MÀQUINES.	256

5. PLEC DE CONDICIONS **257**

ÍNDEX DEL PLEC DE CONDICIONS **259**

5.1. NORMATIVA	261
5.2. MANTENIMENT	261
5.2.1. MANTENIMENT DE LA BOMBA DE CALOR GEOTÈRMICA	261
5.2.2. MANTENIMENT DE LES BOMBES DE CIRCULACIÓ	265
5.2.3. MANTENIMENT DEL TERRA RADIANT	266
5.2.4. MANTENIMENT DELS FAN-COILS	268
5.2.5. MANTENIMENT DE LA VENTILACIÓ AMB RECUPERACIÓ D'AIRE	268
5.3. FULLS D'ESPECIFICACIONS	271
5.3.1. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LA BOMBA DE CALOR AIGUA-AIGUA	271
5.3.2. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓ DEL TERRA RADIANT	273
5.3.3. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ DE FAN-COILS	275
5.3.4. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓ DELS POUS	277
5.3.5. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL VAS D'EXPANSIÓ	279
5.3.6. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL TERRA RADIANT	280
5.3.7. FULL D'ESPECIFICACIONS DELS COL·LECTORS DE TERRA RADIANT	281
5.3.8. FULL D'ESPECIFICACIONS DELS ARMARIS DELS COL·LECTORS DE TERRA RADIANT.	282
5.3.9. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL CIMENT PER AL PAVIMENT DE TERRA RADIANT	283
5.3.10. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL FAN-COIL	284
5.3.11. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES CANONADES DE COURE	285
5.3.12. FULL D'ESPECIFICACIONS DE L'AÏLLAMENT DE CANONADES	286
5.3.13. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES ELECTROVÀLVULES DE 3 VIES	287
5.3.14. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES ELECTROVÀLVULES DE 2 VIES	288
5.3.15. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL CAPÇAL ELECTROTÈRMIC	289
5.3.16. FULL D'ESPECIFICACIONS DELS TERMÒSTATS ANALÒGICS	290
5.3.17. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES CENTRALETES DE REGULACIÓ	290
5.3.18. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES VÀLVULES DE BOLA	291
5.3.19. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES VÀLVULES DE RETENCIÓ	292
5.3.20. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES REIXES DE RETORN	293
5.3.21. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES REIXES D'IMPULSIÓ	294
5.3.22. FULL D'ESPECIFICACIONS DELS CONDUCTES	295
5.3.23. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL BSCANVIADOR ENTÀLPIC	296



5.3.24.	FULL D'ESPECIFICACIONS DE LA CANONADA DEL COL·LECTOR GEOTÈRMIC	297
5.3.25.	FULL D'ESPECIFICACIONS DEL COL·LECTOR GEOTÈRMIC	298
5.3.26.	FULL D'ESPECIFICACIONS DEL EXTRACTOR DE BANY	299

6. ESTAT D'AMIDAMENTS 301

ÍNDEX DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS 303

6.1.	AMIDAMENTS PARTIDA Nº 1: INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA	305
6.2.	AMIDAMENTS PARTIDA Nº 2: INSTAL·LACIÓ DE TERRA RADIANT	306
6.3.	AMIDAMENTS PARTIDA Nº 3: INSTAL·LACIÓ DE REFRIGERACIÓ	308
6.4.	AMIDAMENTS PARTIDA Nº 4: INSTAL·LACIÓ DE RENOVACIÓ D'AIRE	309

7. PRESSUPOST 311

ÍNDEX DEL PRESSUPOST 313

7.1.	QUADRE DE PREUS Nº 1	315
7.2.	QUADRE DE PREUS Nº 2	319
7.3.	QUADRE DE MA D'OBRA	327
7.4.	QUADRE DE MAQUINÀRIA	327
7.5.	QUADRE DE PREUS AUXILIARS	327
7.6.	QUADRE DE MATERIALS	328
7.7.	JUSTIFICACIÓ DE PREUS	333
7.8.	PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL	345
7.9.	RESUM PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTA	353

ÍNDEX DE FIGURES

FIGURA 1. EVOLUCIÓ DEL CONSUM D'ENERGIA PER SECTORS A CATALUNYA EN EL PERÍODE 1965 – 1997	19
FIGURA 2. ÀBAC PSICROMÈTRIC DE BARUK GIVONI	21
FIGURA 3. DIFERÈNCIA DE POSICIÓ DEL SOL AL FICAR-SE A L'ESTIU I HIVERN.	24
FIGURA 4. PROTECCIONS SOLARS EN LES FINESTRES.	25
FIGURA 5. COMPORTAMENT TÈRMIC DEL VIDRE.	26
FIGURA 6. DECLINACIÓ SOLAR AL LLARG DE L'ANY.	29
FIGURA 7. ELS ANGLES SOLARS: ALTITUD, ZENIT I AZIMUT PER L'HEMISFERI NORD (SUD).	29
FIGURA 8. EMPLAÇAMENT DE LA NAU EN LA PARCEL·LA	44
FIGURA 9. SITUACIÓ DE LA NAU RESPECTE A L'ALTIPLÀ.	45
FIGURA 10. ESQUEMA D'UBICACIÓ DE LES OFICINES EN EL INTERIOR DE LA NAU.	45
FIGURA 11. VENTILACIÓ NATURAL	48
FIGURA 12. INSTAL·LACIÓ TÈRMICA AMB COL·LECTORS PLANS I ESQUEMA DEL COL·LECTOR PLA.	53
FIGURA 13. COL·LECTOR DE TUBS DE BUIT I ESQUEMA DEL PRINCIPI DE CONCENTRACIÓ DELS RAJOS SOLARS	54
FIGURA 14. SISTEMA HORITZONTAL TERRA	55
FIGURA 15. SISTEMA VERTICAL AIGUA.	56
FIGURA 16. SISTEMA VERTICAL TERRA.	56
FIGURA 17. FLUID – FLUID	57
FIGURA 18. FLUID - AIGUA	57
FIGURA 19. AIGUA - AIGUA	58
FIGURA 20. TERRA RADIANT.	60
FIGURA 21. DISTRIBUCIÓ DE TEMPERATURES SEGONS L'ALÇADA PER A DIFERENTS SISTEMES DE CALEFACCIÓ	61
FIGURA 22. PÈRDUES DE CALOR EN CANONADES.	62
FIGURA 23. TALL EN SECCIÓ D'UN TERRA RADIANT	64
FIGURA 24. ROTLLO DE CANONADA DE PLÀSTIC DE 20x2.	66
FIGURA 25. DETALL D'AÏLLAMENT DE POLIESTIRÈ EXPANDIT D'ALTA DENSITAT ENCADELLAT	67
FIGURA 26. DETALL D'AÏLLAMENT DE PLANXES AMB TETONS	67
FIGURA 27. SISTEMA DE FIXACIÓ AMB GUIES I GRAPES	67
FIGURA 28. SISTEMA DE FIXACIÓ AMB GRAPES	68
FIGURA 29. SISTEMA DE FIXACIÓ AMB GRAPES ARPÓ	68
FIGURA 30. SISTEMA DE FIXACIÓ INCORPORADA EN L'AÏLLAMENT	68
FIGURA 31. ALGUNS TIPUS DE TIRES LATERALS O BANDA PERIMETRAL	69
FIGURA 32. TUBS COL·LECTORS QUE INCORPOREN VÀLVULA D'USUARI I DETENTOR.	69
FIGURA 33. DISTRIBUÏDOR DE CIRCUITS COMPLET AMB VÀLVULES MICROMÈTRIQUES I DETENTORS INTEGRATS EN ELS TUBS COL·LECTORS.	70
FIGURA 34. DISTRIBUCIÓ DE SERPENTÍ SIMPLE I DISTRIBUCIÓ DE TEMPERATURES	71
FIGURA 35. DISTRIBUCIÓ DEL DOBLE SERPENTÍ I DISTRIBUCIÓ DE TEMPERATURES	71
FIGURA 36. DISTRIBUCIÓ DEL CIRCUIT EN ESPIRAL I DISTRIBUCIÓ DE TEMPERATURES	72
FIGURA 37. REFRIGERACIÓ PER COMPRESSIÓ DE VAPOR	74
FIGURA 38. REFRIGERACIÓ PER ABSORCIÓ	75
FIGURA 39. REFRIGERACIÓ PER COMPRESSIÓ DE VAPOR, AMB BATERIA D'EXPANSIÓ DIRECTA	77
FIGURA 40. REFRIGERACIÓ PER EJECCIÓ DE VAPOR	77
FIGURA 41. ESQUEMA REFREDADORA CONDENSADA PER AIRE. AIRE - AIGUA	81
FIGURA 42. ESQUEMA REFREDADORA CONDENSADORA PER AIGUA. AIGUA - AIGUA.	81
FIGURA 43. ESQUEMA DE BOMBA DE CALOR AIGUA – AIGUA.	81
FIGURA 44. ESQUEMA GENERAL D'UNA INSTAL·LACIÓ DE REFRESCAMENT RADIANT.	83
FIGURA 45. PANEL SANDWICH DE FAÇANA	85
FIGURA 46. TRASDOSSAT DE "PLADUR" (CARTRÓ-GUIX + LLANA MINERAL)	86
FIGURA 47. ENVÀ DE CARTRÓ-GUIX AMB LLANA MINERAL, DE 7 CM DE GRUIX	86
FIGURA 48. PANEL SANDWICH METÀL·LIC MARCA ISOVERD	87
FIGURA 49. RECORREGUT DEL FLUX D'AIRE EN EL MAGATZEM	88

FIGURA 50. SITUACIÓ DELS POUS GEOTÈRMICS	89
FIGURA 51. OPCIÓ PRIMERA DE TANCAMENT	106
FIGURA 52. OPCIÓ SEGONA DE TANCAMENT	107
FIGURA 53. OPCIÓ TERCERA DEL TANCAMENT	107
FIGURA 54. COBERTA DE PANELL SANDWICH	109
FIGURA 55. FORJAT DE LES OFICINES	109
FIGURA 56. TERRA EN CONTACTE AMB EL TERRENY	110
FIGURA 57. TIPUS DE VIDRES DE COLOR	110
FIGURA 58. TRAGALLUM TUBULAR MARCA SOLARTUBE.	111
FIGURA 59. DISTRIBUCIÓ DE FINESTRES EN EL MAGATZEM.	111
FIGURA 60. REPRESENTACIÓ GRÀFICA EN LUX DE LA IL·LUMINACIÓ NATURAL DE LA NAU.	112
FIGURA 61. REPRESENTACIÓ GRÀFICA EN ESCALA DE GRISOS DE LA IL·LUMINACIÓ NATURAL DEL MAGATZEM.	112
FIGURA 62. REPRESENTACIÓ PANORÀMICA DE LA IL·LUMINACIÓ NATURAL DEL MAGATZEM.	113
FIGURA 63. REPRESENTACIÓ LATERAL DE LA IL·LUMINACIÓ NATURAL DEL MAGATZEM.	113
FIGURA 64. BOMBA GEOTÈRMICA MARCA CLIVET	179
FIGURA 65. ESQUEMA DE LES LITOLOGIES QUE ES TROBEN EN EL 90% DELS SOLARS	181
FIGURA 66. DIAGRAMA CAUDAL RESPECTE PÈRDUES DE CÀRREGA DE LA WILO-TOP-S 40/7	184
FIGURA 67. PROFUNDITAT DEL TUB	189
FIGURA 68. TEMPERATURA DE L'AIGUA EN FUNCIÓ DE LA PROFUNDITAT DEL TUB	189
FIGURA 69. TEMPERATURA DEL TERRA	191
FIGURA 70. GRÀFIC DELS PASSOS EN FUNCIÓ DE ΔT_H , R_{TERRA} , E_{MORTER} I Q DESFAVORABLE.	193
FIGURA 71. GRÀFIC DELS PASSOS EN FUNCIÓ DE ΔT_H , R_{TERRA} , E_{MORTER} I Q FAVORABLE.	193
FIGURA 72. L'ÀREA DE TREBALL DE LA INSTAL·LACIÓ DE TERRA RADIANT	195
FIGURA 73. DIAGRAMA DE PÈRDUES DE CÀRREGA.	198
FIGURA 74. DIAGRAMA DE PÈRDUA DE CÀRREGA DEL COL·LECTOR.	200
FIGURA 75. DIAGRAMA CAUDAL RESPECTE PÈRDUES DE CÀRREGA	201
FIGURA 76. FAN-COIL TIPUS CASSETTE MARCA ROCAYORK	207
FIGURA 77. ESQUEMA DEL CIRCUÏT DE REFRIGERACIÓ DE LA PLANTA BAIXA	208
FIGURA 78. ESQUEMA DEL CIRCUÏT DE REFRIGERACIÓ DE LA PLANTA BAIXA	210
FIGURA 79. RECUPERADOR ENTÀLPIC MARCA DAIKIN MODEL VAM1500FA I VAM2000FA.	215
FIGURA 80. CONDUCTE RECTANGULAR DE FIBRA DE VIDRE.	217
FIGURA 81. REIXA D'IMPULSIÓ MARCA MADEL MODEL AMT.	217
FIGURA 82. VELOCITAT LLIURE, PÈRDUA DE CÀRREGA I POTÈNCIA SONORA DE LA REIXA RMT.	218
FIGURA 83. REIXA DE RETORN MARCA MADEL MODEL RMT.	219
FIGURA 84. VELOCITAT LLIURE, PÈRDUA DE CÀRREGA I POTÈNCIA SONORA DE LA REIXA RMT.	220
FIGURA 85. ESQUEMA DE FUNCIONAMENT DEL RECUPERADOR ENTÀLPIC.	220
FIGURA 86. VENTILACIÓ DELS SERVEIS HIGIÈNICS.	231
FIGURA 87. TAPA DE MANTENIMENT DE VAM1500 – 2000FA	269
FIGURA 88. FILTRE D'AIRE DE VAM1500 – 2000FA	269

ÍNDEX DE TAULES

TAULA 1. RESUM DE LES SUPERFÍCIES DE PLANTA BAIXA.	46
TAULA 2. RESUM DE LES SUPERFÍCIES DE PLANTA PRIMERA.	46
TAULA 3. EXEMPLE D'ACRISTALAMENT	49
TAULA 4. RESUM DE NECESSITATS TÈRMiques DE L'EDIFICI	51
TAULA 5. AVANTATGES DE L'ENERGIA GEOTÈRMICA EN FRONT A L'ENERGIA SOLAR TÈRMICA	59
TAULA 6. LUMINÀNCIA MITJA EN SERVEI (LUX) EN INDÚSTRIES.	114
TAULA 7. RENDIMENTS DE LES UNITATS PER A GEOTÈRMIA	180
TAULA 8. RESUM DIMENSIONAL I TÈRMIC DE LES ESTANCES DE PLANTA BAIXA.	190
TAULA 9. RESUM DIMENSIONAL I TÈRMIC DE LES ESTANCES DE PLANTA PRIMERA.	190
TAULA 10. TAULA DE CONVERSIONS.	194
TAULA 11. RESUM TÈRMIC DE LES ESTANCES DE PLANTA BAIXA.	195
TAULA 12. RESUM TÈRMIC DE LES ESTANCES DE PLANTA PRIMERA.	196
TAULA 13. CABALS I VELOCITATS DELS CIRCUITS DE PLANTA BAIXA.	197
TAULA 14. CABALS I VELOCITATS DELS CIRCUITS DE PLANTA PRIMERA.	197
TAULA 15. PÈRDUES DE CÀRREGA EN CANONADES D'ALIMENTACIÓ EN PLANTA BAIXA.	199
TAULA 16. PÈRDUES DE CÀRREGA EN CANONADES D'ALIMENTACIÓ EN PLANTA PRIMERA.	199
TAULA 17. PÈRDUES DE CÀRREGA DELS COL·LECTORS.	200
TAULA 18. CARACTERÍSTIQUES TÈCNiques DE LES UNITATS DE FAN-COIL.	207
TAULA 19. RESUM DE COL·LOCACIÓ DE FAN-COILS EN ELS LOCALS DE PLANTA BAIXA	207
TAULA 20. RESUM DE COL·LOCACIÓ DE FAN-COILS EN ELS LOCALS DE PLANTA PRIMERA	208
TAULA 21. POTÈNCIA FRIGORÍFICA EN ELS LOCALS A ON ES COL·LOQUEN FAN-COILS	208
TAULA 22. NECESSITATS DE VENTILACIÓ EN LES OFICINES.	216
TAULA 23. TAMANY DE LA REIXA D'IMPULSIÓ PER A CADA TRAM EN FUNCIÓ DEL CABAL.	218
TAULA 24. TAMANY DE LA REIXA D'IMPULSIÓ PER A CADA TRAM EN FUNCIÓ DEL CABAL.	219
TAULA 25. CARACTERÍSTIQUES TÈCNiques DELS EXTRACTORS MECÀNICS.	231
TAULA 26. NECESSITATS DE VENTILACIÓ EN LES CAMBRES HIGIÈNIQUES	231



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

2. MEMÒRIA



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

ÍNDIX DE LA MEMÒRIA

1. ÍNDIX GENERAL	3
ÍNDIX GENERAL	5
ÍNDIX DE FIGURES	9
ÍNDIX DE TAULES	11
2. MEMÒRIA	13
ÍNDIX DE LA MEMÒRIA	15
FULL D'IDENTIFICACIÓ	17
2.1. INTRODUCCIÓ	19
2.1.1. ENERGIES RENOVABLES	19
2.1.2. L'ARQUITECTURA BIOCLIMÀTICA	22
2.1.3. L'ENERGIA SOLAR	28
2.2. OBJECTE	31
2.2.1. NATURALES	31
2.2.2. LOCALITZACIÓ I EMPLAÇAMENT.	31
2.3. ABAST	32
2.4. ANTECEDENTS	33
2.5. NORMES I REFERÈNCIES	34
2.5.1. DISPOSICIONS LEGALS Y NORMES APLICADES	34
2.5.2. BIBLIOGRAFIA	36
2.5.3. ALTRES BIBLIOGRAFIES	37
2.5.4. PROGRAMES DE CàLCUL	37
2.6. DEFINICIONS I ABREVIATURES	38
2.6.1. DEFINICIONS	38
2.6.2. ABREVIATURES	42
2.7. REQUISITS DE DISSENY	43
2.7.1. REQUERIMENTS URBANÍSTICS	43
2.7.2. REQUERIMENTS DEL DISSENY DE LA CLIMATITZACIÓ	43
2.8. ANÀLISI DE SOLUCIONS	44
2.8.1. JUSTIFICACIÓ DE LA UBACIÓ DE LA NAU	44
2.8.2. JUSTIFICACIÓ D'ENERGIA SOLAR PASSIVA	46
2.8.3. JUSTIFICACIÓ DE LA CLIMATITZACIÓ	51
2.9. RESULTATS FINALS	85
2.9.1. ORIENTACIÓ DE LA NAU	85
2.9.2. ASPECTES CONSTRUCTIUS DE LA NAU	85
2.9.3. VENTILACIÓ NATURAL EN EL MAGATZEM	88
2.9.4. IL·LUMINACIÓ NATURAL EN EL MAGATZEM	88
2.9.5. CLIMATITZACIÓ DE LA NAU	88
2.9.6. DESCRIPCIÓ DE LES INSTAL·LACIONS DE LES OFICINES	89
2.10. PLANIFICACIÓ	93
2.10.1. DIAGRAMA DE GANTT EN ESCALA MENSUAL	93
2.10.2. DIAGRAMA DE GANTT EN ESCALA SETMANAL	95
2.11. AGRAÏMENTS	97



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*



Escola Politècnica
Superior

Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida

Carina Santiago Gallego



Universitat de
Lleida

Full d'identificació

Dades del projecte

Títol del projecte: Disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial "Camí dels Frares" de Lleida.

Coordenades UTM: X: 305.890 m, Y: 4.609.840 m

Dades del promotor

Nom i cognoms: Lluïsa F. Cabeza Fabra

Direcció postal: C/ de Jaume II, 69, Campus Cappont
25001 Lleida

Telèfon: 973003576

Correu electrònic: lcabeza@diei.udl.cat

Dades del projectista

Nom i cognoms: Carina Santiago Gallego

N.I.F.: 47679489-Y

Direcció postal: Avinguda Doctora Castells, 21 1er 4a
25001 Lleida

Telèfon: 687569561

Correu electrònic: csantiago@cetill.cat

Signen el projectista:

Carina Santiago Gallego

Lleida, octubre del 2007.



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

2.1. Introducció

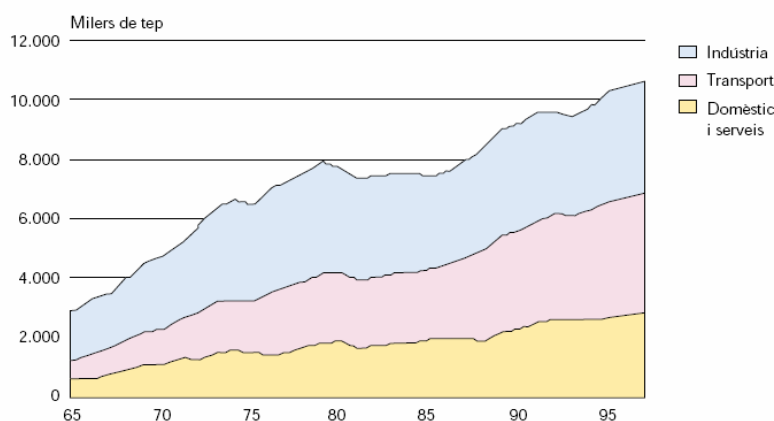
2.1.1. Energies renovables

Al llarg de les darreres dècades, la preocupació pel medi ambient a la nostra societat ha anat creixent de forma continuada. L'espectacular desenvolupament econòmic, industrial i social del segle XX ha comportat nous problemes a la humanitat, com ara la contaminació, la degradació del medi ambient, l'esgotament dels recursos i el canvi climàtic.

Un dels principals problemes mediambientals és el relacionat amb l'efecte hivernacle, que es deu, sobre tot, a les emissions de CO₂ procedents de les fonts d'energia fòssils. Encara cal resoldre com compaginar el respecte pel medi ambient amb l'elevat grau de confort que demana la nostra societat actual, per a la qual l'energia ha esdevingut una necessitat vital. La demanda d'energia al món augmenta contínuament, però la distribució del consum energètic per sectors ha canviat considerablement en els darrers anys.

Com a conseqüència de la crisi energètica dels primers anys 70, la indústria va adoptar tecnologies més eficients. Els altres sectors (el transport i els edificis) no han assolit encara el mateix grau de millora en l'aprofitament energètic. Al sector del transport, tot i que ara els vehicles consumeixen menys, l'augment del nombre de vehicles i de la mobilitat han fet créixer les estadístiques globals. Anàlogament, el grau de confort que s'exigeix actualment als edificis és molt superior que fa uns anys, cosa que provoca un increment del consum d'energia als edificis.

EVOLUCIÓ DEL CONSUM TOTAL D'ENERGIA PER
SECTORS A CATALUNYA EN EL PERÍODE 1965-1997*



El consum d'energia final a Catalunya mostra com aquest ha augmentat els darrers anys i que, a més, es preveu que aquest augment continuï el anys vinents. El transport és actualment el sector que més en consumeix, mentre que trenta anys enrere era la indústria. En la figura es pot veure fins on es van notar les conseqüències sobretot de la Segona Crisi de l'Energia, ja que hi ha una davallada en el creixement d'aquests sectors al principi dels anys vuitanta. Font: Direcció General d'Energia i Mines, Generalitat de Catalunya.

* Per als anys 1996 i 1997 les dades són provisionals.

Figura 1. Evolució del consum d'energia per sectors a Catalunya en el període 1965 – 1997

Per reduir el consum d'energia als edificis, és fonamental dissenyar i desenvolupar nous conceptes arquitectònics i noves tecnologies que permetin casar el confort que s'aspia i la reducció de la demanda energètica. A més, cal adaptar els models arquitectònics a les condicions climàtiques de cada emplaçament.

L'aplicació d'energies renovables als edificis representa un pas més endavant, ja que els edificis no només estalvien energia sinó que fins i tot en produeixen (en forma de calor i electricitat) sense contaminar el medi ambient i a partir de fonts inesgotables.

La tradicional contradicció entre el confort (que representa una gran demanda energètica) i el respecte al medi ambient ha desaparegut gràcies a les noves

tecnologies que utilitzen els recursos renovables i que permeten, avui, construir una nova generació d'edificis sostenibles.

Sens dubte, en l'origen de l'Arquitectura està la recerca del confort, entenent-lo en l'ampli sentit de "trobar-se bé": segur, protegit, sense fred ni calor, podent desenvolupar activitats diferents amb comoditat i llum suficient, a prop de l'aigua i amb lloc per tenir o preparar el menjar... i aquests requeriments bàsics no han canviat gaire, tot i que si ho han fet les formes de satisfer-los.

Des de sempre, als edificis se'l hi demana el mateix: que siguin confortables. La idea de *confort* es relaciona directament amb la sensació de benestar. Encara que hi influeixen nombrosos factors, físics i psicològics, hi ha dos aspectes fonamentals que un disseny mediambientalment correcte hauria de considerar:

- **El confort climàtic:** en essència, els paràmetres que defineixen les condicions de confort climàtic d'un ambient per a una activitat determinada són: El confort tèrmic, la humitat de l'aire, la qualitat de l'aire, el moviment de l'aire, i el vestuari.
- **El confort lumínic:** En el confort lumínic intervenen tres paràmetres fonamentals: el nivell d'il·luminació, l'enlluernament provocat per una diferència excessiva entre brillantors, i el color de la llum, conseqüència del repartiment d'energia en les diferents longituds d'ona de l'espectre.

2.1.1.1. El confort tèrmic

El confort tèrmic depèn de les condicions ambientals de l'interior i de l'exterior, del tipus d'activitat i de les característiques fisiològiques de l'individu, i té lloc quan es donen, al mateix temps, les dues condicions següents:

1. La quantitat de calor produïda pel metabolisme és igual a la quantitat de calor cedida a l'ambient.

En repòs absolut i en estat de comoditat, la producció mínima de calor en el cos humà és de 81,41 W. Altres valors orientatius són 93,04 W asseguts en un treball normal d'oficina, 232,61 kcal/h caminant a poc a poc, 581,53 kcal/h corrent i 697,83 kcal/h fent un treball dur.

2. En cap part del cos es percep sensació de fred o calor.

El confort tèrmic està directament relacionat amb la temperatura de sensació, és a dir la que percep el cos humà, que depèn bàsicament de la temperatura seca de l'aire (t_a), la temperatura radiant (t_r) dels paraments i la velocitat i humitat relativa de l'aire. La diferència de temperatura entre la superfície interior dels tancaments i la de l'aire ambient dels locals, mesurada al seu centre a 1,5 m d'altura, no ha de ser superior als 3°C per als paraments verticals ni als 2°C per als sostres. Es poden exceptuar d'aquest requisit els buits vidrats com ara portes, finestres o claraboies.

2.1.1.2. La humitat de l'aire

Com més gran és el contingut d'humitat en l'aire, més pesat resulta l'ambient per a l'usuari. Tant a l'estiu com a l'hivern, la humitat de l'aire s'ha de mantenir dins els límits de 5 a 12 g d'aigua per kg d'aire sec. Les condicions de benestar que tenen en compte

l'efecte combinat de la temperatura i la humitat es poden analitzar mitjançant el i l'àbac psicromètric de Givoni.

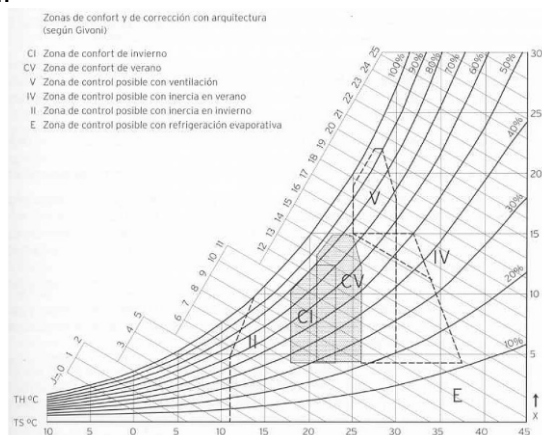


Figura 2. Àbac psicromètric de Baruk Givoni

La temperatura de l'aire és un factor decisiu en la concentració del vapor d'aigua. Com més càlid és l'aire, més gran és la quantitat de vapor d'aigua que pot contenir.

Encara que la normativa estableix que la humitat relativa a l'interior dels locals no ha d'ultrapassar un valor del 75% de la saturació (llevat de locals com ara cuines o banys, on eventualment pot arribar al 85%), es considera que en condicions de benestar a l'estiu (24-27°C) la humitat relativa oscil·la entre el 40 i el 55%. De fet, si els locals disposen d'aire condicionat, la seva humitat relativa es trobarà entre el 30 i el 65%, i a l'estiu no serà inferior al 55%.

2.1.1.3. El moviment de l'aire

En general, el moviment de l'aire no ha d'ultrapassar uns valors compresos entre 0,15 m/s a 20°C i 0,45 m/s a 26°C. De fet, per a una instal·lació d'aire condicionat, el Reial decret 1751/1998 (RITE) estableix que la velocitat de l'aire no ha de superar el valor de 0,25 m/s a una altura del terra inferior a 2 m.

L'efecte de la velocitat de l'aire pot ser beneficiós en climes càlids i humits, ja que augmenta la sensació de frescor. El moviment de l'aire modifica la sensació tèrmica: una velocitat d'1 m/s pot produir una sensació de temperatura inferior en 2 o 3°C. No obstant això, hi ha un límit de velocitat, de 2,0 m/s, a partir del qual el moviment de l'aire pot resultar molest.

2.1.1.4. Nivell d'il·luminació

El nivell d'il·luminació (també anomenat il·luminació, o il·luminància), és la quantitat d'energia lluminosa que incideix sobre una unitat de superfície, per unitat de temps.

El seu símbol és la lletra E i la seva unitat el lux (abreujadament lx), equivalent a 1 lumen/m².

Fent un símil hidràulic la il·luminància la podríem equiparar a la quantitat d'aigua que cau sobre una superfície en un temps limitat.

Aquesta és una de les magnituds que més es fan servir en luminotècnia, per tal d'expressar un cert nivell de confort o determinats requeriments funcionals.

De vegades, erròniament, s'associa massa directament un nivell d'il·luminació alt amb una bona il·luminació, quan és evident que determinades activitats poden requerir nivells baixos, o bé tenir requeriments més importants que aquest: el contrast, el control de l'enlluernament, el color de la llum, la reproducció dels colors, la modelització dels objectes, etc.

2.1.1.5. El confort a l'hivern, a l'estiu i respecte la il·luminació

▪ **Hivern:**

Cal tenir molta cura de les superfícies fredes (vidres i zones mal aïllades), doncs la seva "radiació freda" fa baixar la temperatura de sensació.

Una humitat per sota del 30% dona sensació de sequedat, mentre que per sobre del 80% pot generar malestar a causa de la roba humida, o sensació de suor.

Un moviment excessiu de l'aire provoca sensació de fredor.

▪ **Estiu:**

La temperatura de confort a l'estiu es situa entre els 24 i 27° dins dels edificis, per a una activitat normal i amb unes condicions mitges d'humitat.

És molt important controlar la humitat, doncs si es excessiva (per sobre del 75%) provoca sensació de sufocament, doncs impedeix que la suor s'evapori i refrigeri.

Als climes més humits es molt efectiu el moviment d'aire (ventiladors, corrents d'aire, marinades, etc.), doncs activen l'evaporació de la suor, mentre que als més secs es millor intentar refrescar l'ambient humitejant-lo (brolladors, superfícies d'aigua, etc.).

Cal evitar l'escalfament de les superfícies immediates (terres, façanes, etc.), doncs augmenten molt la temperatura radiant i la sensació de calor.

▪ **Il·luminació**

Les decisions constructives i de composició tenen conseqüències sobre tots els paràmetres de confort lumínic:

- La grandària i orientació de les finestres té repercussió sobre la quantitat de llum que hi entra i per tant sobre la il·luminància.
- La posició i la forma de les finestres incideix sobre el repartiment de la llum a l'interior i per tant sobre els diferents nivells i brillantors.
- Les proteccions solars i complements minven la quantitat de llum, però en canvi poden controlar l'enlluernament i el repartiment de la llum.

2.1.2. L'arquitectura bioclimàtica

L'arquitectura bioclimàtica comença a obrir-se buit entre els diferents estils que integren el sector de la construcció.

L'edificació ecològica no només comprèn l'estalvi en el consum energètic, sinó que afecta a tots els processos de la fabricació com l'elaboració dels materials, el transport d'aquests, l'engegada de l'obra, la utilització de l'edifici o enderrocament i la possible recuperació dels materials.

La utilització d'aquest tipus de disseny permet economitjar entre el 50 i el 70% del consum de combustible, de l'energia convencional i del sistema de climatització.

En la mateixa proporció és possible la disminució dels agents contaminants a l'atmosfera.

Així mateix, contribuïx a disminuir fins a un total del 30% en la despesa d'aigua i un 20% en il·luminació.

A més, els experts asseguren que és possible compaginar la viabilitat tècnica amb l'econòmica sense que això comporti un excessiu increment en els preus perquè els costos en les solucions d'arquitectura passiva, és a dir, les quals corresponen a l'aixecament de l'edifici són els mateixos que en la construcció convencional per a les zones càlides d'Espanya i lleugerament superiors, entre un 5 i un 10% més, en les zones fredes.

Espanya presenta unes condicions extraordinàries de climatologia per al desenvolupament d'aquesta construcció, respecte a la resta de països, al permetre-li aprofitar al màxim l'energia solar i la llum natural. El desenvolupament en les noves tecnologies ha permès a aquesta arquitectura abastir-se d'elements que, fins a fa escassos anys no existien: són les dades climàtiques provinents dels observatoris meteorològics, els sistemes de càlcul i l'avaluació de comportament de l'edifici a través de l'ordinador.

També es comença a tenir informació de qualitat sobre el comportament tèrmic que tenen els materials i els processos que determinen el comportament d'un edifici, respecte a la normativa urbanística de fabricació de materials, el disseny i la posada en obra, el que comporta a una millor precisió en l'edificabilitat.

Però l'arquitectura bioclimàtica no consisteix a inventar coses estranyes sinó dissenyar amb les ja existents i saber treure el màxim aprofitament dels recursos naturals que l'entorn ens brinda. No obstant això, aquests no signifca un condicionament de l'aspecte de la construcció, que és completament variable i perfectament d'acord amb les tendències i el disseny d'una bona arquitectura.

Amb un bon plantejament sobre l'aixecament de l'edifici i l'estudi dels components podem aconseguir mantenir la construcció en la temperatura ideal, tant en el període estival com en els dies de fred hivern, sense necessitat d'instal·lar cap tipus d'instal·lació extra.

A través de la Història les diferents cultures han demostrat un enteniment de materials i recursos per a adaptar l'habitatge al seu entorn natural, no tenien altra manera per a protegir-se contra les inclemències per pluja, fred, calor, vent, etc.

Els habitatges actuals es construeixen de forma massiva buscant el ràpid benefici econòmic i sense considerar factors d'entorn com l'emplaçament, orientació, materials, aïllament, etc. Les aglomeracions de les ciutats, disposició dels edificis, superfícies alquitranades i pol·lució creen un microclima que pot elevar la temperatura mitja entre 3 i 5 °C.

La normativa actual sobre l'habitatge és comú per a totes les regions i les urbanitzacions actuals se situen, abusant dels moderns sistemes climàtics, on els nostres avantpassats mai ho haguessin fet, és a dir, en entorns habitables tan sols per mitjans artificials i no naturals.

Per a proporcionar condicions d'habitabilitat i confort es recorre a sistemes, equips i aparells elèctrics o combustibles de base fòssil, que consumeixen grans quantitats

d'energia i produeixen alta contaminació del medi ambient: efecte hivernacle, pluja àcida, destrucció de la capa d'ozó, contaminació...

2.1.2.1. Consideracions arquitectòniques

En absència d'arquitectura bioclimàtica, factors ambientals, màxims aïllaments... la domòtica assoleix reduir enormement l'elevat consum energètic. L'arquitectura bioclimàtica intenta aconseguir el confort tèrmic i lumínic per mitjans naturals.

En absència d'aquesta arquitectura, al no poder situar l'habitatge en les millors condicions de l'entorn, la domòtica permet aprofitar al màxim els aspectes beneficiosos del clima i minimitzar els perjudicials per a reduir al mínim el dimensionament dels equips de suport (calderes, estufes, condicionadors...) que proporcionen el confort tèrmic.

El confort tèrmic d'un habitatge resulta ambivalent: s'ha d'assegurar la calefacció a l'hivern i afavorir la refrigeració a l'estiu. En l'arquitectura bioclimàtica, si es desitja reduir el consum energètic, les característiques solars s'han de definir en la primera fase de disseny de l'habitatge, amb domòtica es pot donar vida a l'habitatge perquè s'adapti a les millors condicions fins i tot després de la seva construcció. Mitjançant tendals i persianes accionats en forma intel·ligent es pot captar la màxima radiació solar a l'hivern i interceptar la radiació no desitjada a l'estiu.

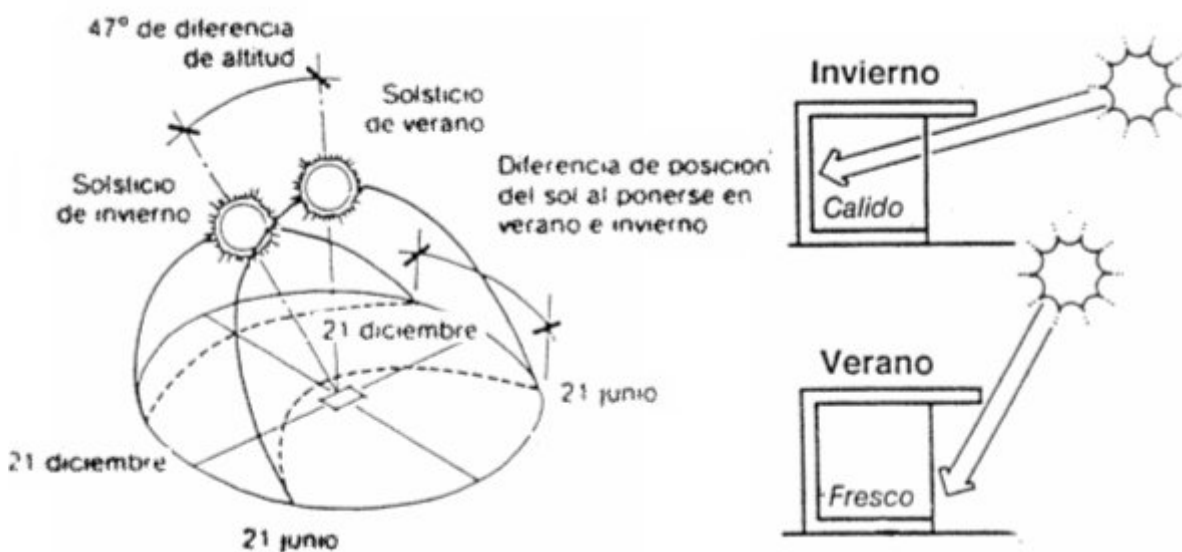


Figura 3. Diferència de posició del Sol al ficar-se a l'estiu i hivern.

2.1.2.2. Aïllament: estalvi i confort

Un correcte nivell d'aïllament reduïx les necessitats energètiques tant a l'hivern com a l'estiu. Les construccions actuals es poden suposar dotades de suficient aïllant tèrmic quant a la seva superfície exterior es refereix.

L'efectivitat tèrmica d'un aïllant depèn del seu conductivitat tèrmica (pèrdues de calor per hora i per grau de diferència de temperatura entre les dues cares de material

aïllant de 1 m de grossor i 1 m² de superfície). L'aïllant de millors prestacions resulta ser el poliestiré amb una conductivitat tèrmica de 0,035 kW/h.m.°C .

Factors a tenir en compte són: la instal·lació (no sent possible, excepte per costoses reformes, la seva reparació), la seva durada, la deterioració soferta per condensació (la humitat resulta ser la seva pitjor enemic, la domòtica pot controlar el grau d'humitat desitjat) i el seu comportament davant el foc.

Centrant-nos en les pèrdues d'energia, els punts amb major problemes són les finestres doncs les pèrdues a través del acristal·lament són molt superiors a les quals es produïxen per les parets. Problema agreujat amb els dissenys arquitectònics actuals que tendeixen a grans finestrals.

Encara que s'instal·lin cristalls dobles i triples, els cristalls han de ser reflectants o transparents a la radiació solar depenent del factor que es persegueixi: accentuar o impedir el guany solar.

Un altra variable a tenir en compte és el denominat factor solar (relació entre la radiació solar incident en el cristall i la qual és transmesa a l'interior). Si es pretén escalfar naturalment l'habitatge el guany solar ha de ser màxima i s'aconsella que el factor solar del cristall sigui del 80%. Però s'ha d'observar que si bé aconseguir el màxim guany solar resulta interessant a l'hivern resulta perjudicial per a l'estiu, tant per qüestions climàtiques com per la deterioració del mobiliari a ser sotmès als llamps solars.

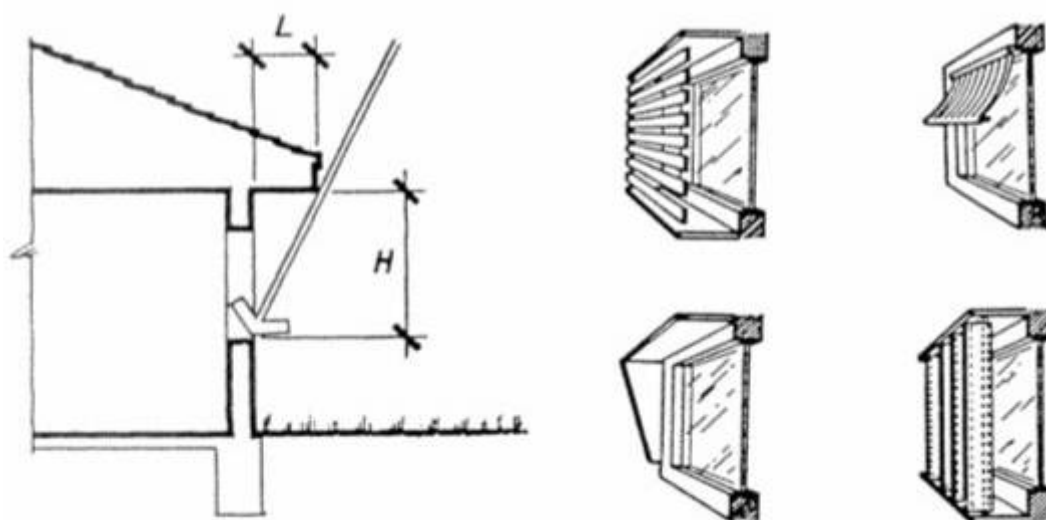


Figura 4. Proteccions solars en les finestres.

Per altra banda, pot resultar d'interès aprofitar el descens nocturn de temperatura de l'exterior per a refrescar l'interior de l'edifici a l'estiu.

Un excessiu aïllament de l'edifici pot desapropiar les condicions exteriors, sent precis condicionar l'habitatge sempre per mitjans artificials. La domòtica pot afavorir l'aïllament al mateix temps que permet treure el màxim profit de les condicions exteriors.

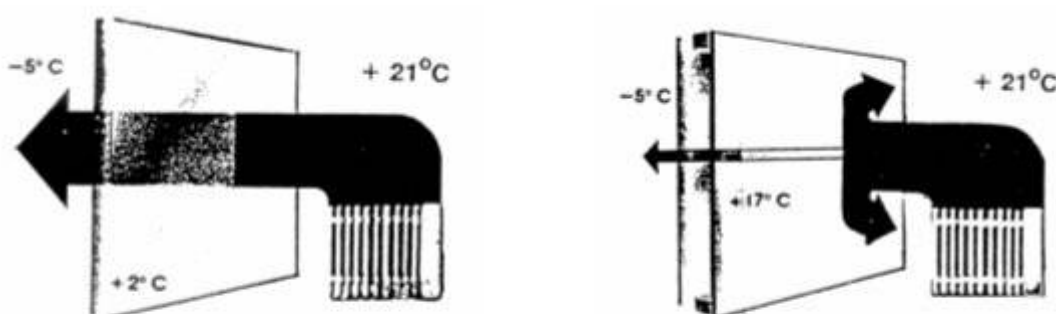
El control de tendals i persianes poden ajudar al control climàtic, per exemple, a l'accionar-se el tendal disminueix el factor solar a l'estiu i replegats a l'hivern ho augmenten. D'igual manera poden actuar les persianes, i a més, a l'estiu, poden tirar-se quan el Sol sigui perjudicial durant el dia o pujar a la nit per a aprofitar el descens de temperatura nocturn; a l'hivern el procés seria el contrari: obertes durant el dia, per a captar l'energia natural del Sol, i tancades a la nit per a augmentar l'aïllament. Però tot ho fa el sistema de forma intel·ligent i transparent per a l'usuari, encara que aquest sempre podrà actuar a voluntat sobre tendals i persianes.

2.1.2.3. Gestió energètic. El estalvi intel·ligent

El coeficient de transmissió tèrmica (K) ens dóna idea de les pèrdues de calor a l'hivern (calories) o les pèrdues de fred a l'estiu (frigorías). En finestres amb cristalls triples es troba proper a $K = 1,59 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h } ^\circ\text{C}$

Es suposa una superfície de 10 m^2 , una temperatura exterior de 5°C i altra en l'interior de 21°C , aquest coeficient de transmissió fa que es perdin 254 kcal cada hora el que obliga a aportar cada hora aquesta energia que es perd si en l'interior volem mantenir els 21°C . Si es tanca una persiana, que les seves llepis estiguin farcides de poliestiré, la càmera d'aire, formada entre la persiana i el cristall de la finestra, augmenta eficaçment l'aïllament tèrmic

L'utilització de persianes, per a aprofitar l'energia natural, permet reduir el coeficient de transmissió tèrmica a un valor proper a la unitat, per al cas de finestres amb cristall triple. En l'exemple anterior s'aconseguirien reduir les pèrdues a tan sol 160 kcal per hora



Comportamiento térmico del cristal

Comportamiento térmico con persiana

Figura 5. Comportament tèrmic del vidre.

De la mateixa manera que utilitzem el Sol per a escalfar, li podem utilitzar per a refrigerar. Mitjançant tendals, persianes i cortines controlades, podem reflectir la radiació solar abans que incideixi sobre l'habitatge.

D'igual manera, per a refrigerar l'interior d'un habitatge, si suposem una temperatura exterior de 30°C i desitgem una temperatura interior de 21°C , hauriem de consumir 143 Kcal cada hora per a mantenir aquesta temperatura. A l'estiu l'efecte de la persiana a més produiria una ventilació induïda que afavoriria el descens de temperatura en el cristall, per altra banda el tendal crearia un efecte ombra que

reforçaria l'estalvi energètic. La combinació controlada de tendals i persianes permet reduir el valor de K a valors pròxims a $0,67 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h } ^\circ\text{C}$, en l'exemple, les pèrdues passarien a ser 60 kcal per hora.

Existeix altre factor a tenir en compte, el coeficient de transmissió tèrmica de l'alumini $K = 175 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h } ^\circ\text{C}$, aquestes enormes pèrdues es minoren apreciablement per l'efecte aïllant de les persianes. En zones molt fredes s'ha de considerar la utilització de cortines aïllants per a evitar les pèrdues energètiques, aquestes cortines es poden igualment motoritzar i integrar en el sistema al costat de tendals i persianes.

Per a evitar la radiació solar es poden utilitzar arbres, evitant en tot el possible les superfícies no vegetals al voltant de la casa com asfalt, voreres, etc. La vegetació a més d'evitar la radiació solar provoca un descens de la temperatura a l'evaporar aigua i protegeix dels vents de l'hivern. L'evaporació "roba" calor de l'aire circumdant, el canvi d'estat d'aigua a vapor provoca una absorció de calor ($0,58 \text{ kcal/cm}^3$). La domòtica torna a integrar confort i estalvi al poder controlar el sistema de reg, sense malgastar aigua i regant tan sols quan calgui, a més pot controlar climatitzadores evaporatives de baix consum.

Altre component a considerar per al control climàtic és la ventilació, que juga un paper fonamental en la reducció de temperatura a l'extreure l'aire calent de l'habitatge a l'exterior. Una correcta ventilació acabaria amb els denominats "edificis malalts", o amb els problemes per excés de CO_2 o per fugida de gas. El sistema actuaria sobre ventiladors elèctrics de baix consum.

Per altra banda, i potser la més important, la domòtica també intervé decididament en l'estalvi energètic al gestionar de forma intel·ligent la climatització per zones, condicionant aquelles que s'estiguin utilitzant i deixant la resta a una temperatura d'estalvi. Així per exemple, podem mantenir a $21 ^\circ\text{C}$ les zones habitades i la resta a $16 ^\circ\text{C}$, suposant un correcte aïllament dels murs de l'habitatge podem considerar una K de $0,42 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h } ^\circ\text{C}$ i estalviar, per cada 10 m^2 de façana d'estada no utilitzada, 21 kcal/h de pèrdues energètiques. L'estalvi resulta ser molt superior si tenim en compte el volum d'aire a climatitzar.

Al poder gestionar i controlar l'energia, la domòtica obté el màxim benefici de l'emmagatzematge tèrmic dels materials. La inèrcia tèrmica d'aquests materials aconseguixen minorar els canvis de temperatura durant les hores del dia i de la nit. A l'hivern les màximes pèrdues tenen lloc durant la nit podent arribar a 138 kcal/m^2 per cada hora, per tant, i al contrari de l'acostumat, s'ha de proporcionar energia artificial durant la nit perquè l'habitatge es trobi disposada en les millors condicions com per a poder aprofitar al màxim l'energia solar i, probablement, sense aportí algun d'energia fins a la posta del Sol.

L'anterior està basat en la denominada radiació nocturna basada que els cossos calents cedeixen calor als freds.

Les oscil·lacions, entorn a la temperatura desitjada, degudes a la inèrcia tèrmica dels materials justifica el per que del control energètic. Un termosta t talla quan s'arriba a la seva temperatura de consigna, la inèrcia tèrmica fa que l'estada se segueixi escalfant innecessàriament (despesa i absència de confort), quan la temperatura disminueix i es torna a la temperatura desitjada, el termosta t torna a ordenar al sistema de calefacció que aportí energia, en aquest cas la inèrcia tèrmica farà que la temperatura segueixi disminuint pel que es produïx un doble efecte: és preus major consum energètic a l'haver de remuntar des d'una temperatura inferior i una absència de confort per fred.

2.1.3. L'energia solar

L'energia solar és aquella que proporciona el Sol. Aquesta energia que obtenim és renovable, ja que en l'horitzó temporal humà és una energia inesgotable.

El Sol és una esfera gasosa, no rígida, amb una temperatura superficial de 5.489°C , i a l'interior del nucli d'uns $20.000.000^{\circ}\text{C}$. La Terra descriu una el·lipse al voltant del Sol, no molt marcada (d'escassa excentricitat), de manera que influeixen poc les variacions en la distància del Sol a la Terra, que és de $14.900.000\text{ km}$.

La constant solar, que en realitat no és un valor constant, és l'energia rebuda per unitat de temps i superfície. En l'espai exterior i en les proximitats de l'òrbita de la Terra, aquest valor és de $1.351,53\text{ W/m}^2$.

El Sol emet radiacions en tota la banda de longituds d'ona de l'espectre, des dels raigs X fins a les ones de ràdio. Aquesta radiació es pot dividir en els següents rangs segons la seva longitud d'ona:

- Radiació Ultraviolada (UV): 7 % del total
- Radiació visible: 47% del total
- Infraroig: 45% del total

La radiació que es reb a la superfície de la Terra, és a dir, la que captaran els col·lectors solars o les plaques fotovoltaïques, és lleugerament inferior a la que es captaria en el límit exterior de l'atmosfera. Aquests fenòmens són anomenats absorció i dispersió. A conseqüència d'aquests fenòmens apareix la radiació directa i la difusa.

- **Absorció:** Els factors que influeixen en l'absorció són els gasos atmosfèrics, l'espessor de la capa gasosa i els aerosols.
- **Dispersió:** segons aquest fenomen es poden establir tres tipus de radiació solar:
 - **La radiació directa:** és aquella que té la mateixa direcció que el Sol i que per tant no ha sofert canvis de direcció.
 - **La radiació difusa:** és aquella que no té la direcció del Sol, degut a que ha sofert dispersió al xocar amb molècules d'aire atmosfèric, els núvols i altres objectes.
 - **La radiació total:** és la suma de la radiació directa i la difusa.

Hi ha dues fonts de variació en la radiació terrestre. La primera és la variació en la radiació emesa pel Sol; tot i això, mentre dades fiables no indiquin el contrari, l'energia emesa pel Sol es pot considerar constant. La segona és la variació en la distància Terra-Sol, que pot portar a variacions de la radiació extraterrestre $\pm 3\%$.

Per arribar al disseny d'un equip que aprofiti l'energia solar, hem de poder predir l'energia disponible en un determinat lloc i en un determinat moment per tal de fer els càlculs energètics corresponents.

A mesura que la Terra gira al voltant del Sol (moviment de translació), gira a la vegada al voltant d'un eix imaginari que apunta cap a l'estrella Polar (moviment de rotació). L'eix normal a aquest està inclinat aproximadament uns $23,45^{\circ}$ respecte del pla orbital. Per tant l'angle entre l'Equador terrestre i el pla orbital marcat per la línia Sol-Terra varia al llarg de l'any entre $\pm 23,45^{\circ}$. Aquest angle de desviació s'anomena declinació (Figura 6).

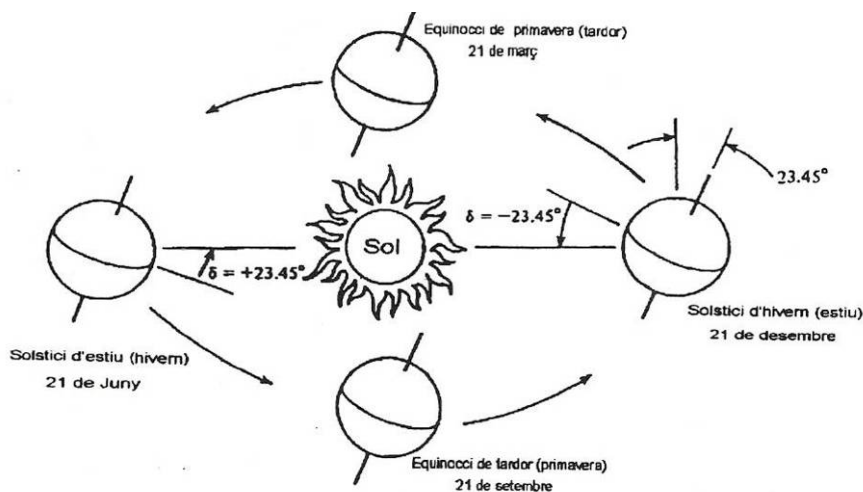


Figura 6. Declinació solar al llarg de l'any.

Les declinacions són positives al nord de l'equador i negatives al sud.

Com mostra la Figura 7, la posició relativa del Sol al firmament respecte un punt de la superfície terrestre es pot definir per dos angles (α_s) o l'angle entre la línia que passa pel punt i el Sol i la línia que passa pel punt i és tangent a la superfície terrestre, i l'azimut solar (γ_s), o l'angle entre la línia que passa pel punt i és tangent a la superfície terrestre, i la línia coincident amb el seu meridià local, en la direcció nord-sud terrestre. L'azimut solar és positiu mesurat cap a l'oest en ambdós hemisferis. El complementari de l'altitud solar s'anomena zenit solar i es representa per ζ_s .

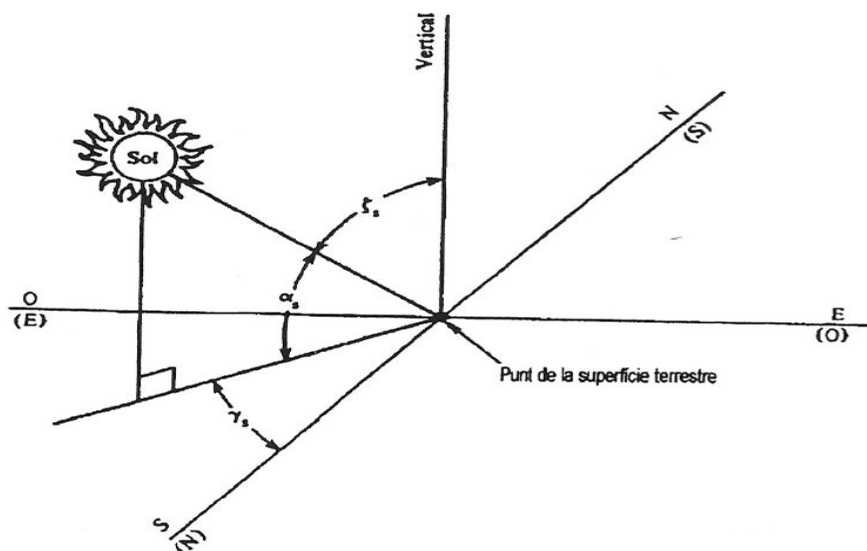


Figura 7. Els angles solars: altitud, zenit i azimut per l'hemisferi nord (sud).

La posició del Sol al cel doncs, serà funció de la situació del punt a la Terra, de l'època de l'any i del moment del dia:

- La posició del punt a la Terra ve donada per la latitud, ϕ (a l'equador $\phi=0$, al Nord és positiva i al sud és negativa)
- L'època de l'any ve donada per la declinació solar
- El moment del dia s'especifica amb l'angle horari, ω .

L'angle horari es defineix 0 en el moment del migdia solar local ($\gamma_s=0$) i augmenta 15° cada hora que resti per arribar al migdia solar i disminueix 15° per cada hora que passi del migdia solar a tots dos hemisferis.

Entre les diferents fonts d'energia renovables, la radiació solar és la principal i la més abundant. Bàsicament es pot parlar de dos tipus de sistemes d'aprofitament de l'energia solar: els que transformen l'energia solar en energia tèrmica i els que la converteixen en electricitat, mitjançant la tecnologia fotovoltaica. Només s'estudiarà l'energia solar tèrmica, ja que és la tècnica que s'utilitzarà en el present projecte.

El concepte d'energia solar tèrmica agrupa aquelles aplicacions que converteixen la radiació solar en calor, distingint entre els sistemes actius i els passius:

- **Sistemes actius:** la radiació solar és recollida per un panell solar i utilitzada després en un altre lloc. Aquests sistemes necessiten un fluid com a mitjà transportador del calor. Aquest fluid, que té diferents propietats segons les condicions meteorològiques de l'emplaçament on ha de treballar, és l'encarregat de cedir el calor a l'aigua que posteriorment s'utilitzarà.
- **Sistemes passius:** es caracteritzen per l'ús d'elements de l'edifici com parets, finestres, aïllaments tèrmics i altres com a eina per a recollir i emmagatzemar l'energia solar. La incorporació d'aquests elements en el disseny d'edificis, juntament amb l'ús d'altres criteris com l'orientació de l'edifici, el seu emplaçament, el material amb què estan construïts... disminueixen les pèrdues energètiques. Això s'anomena *arquitectura bioclimàtica*.

2.2. Objecte

2.2.1. Naturalesa

L'objecte del present projecte tècnic és la descripció de la climatització d'una nau industrial bioclimàtica, fent ús de sistemes passius i si fos necessari, de sistemes actius.

L'arquitectura bioclimàtica (de bios - vida i clima - orientació), procedeix d'un rigorós estudi de les circumstàncies que envolten a l'edifici i les relacions que estableixen entre fluxos energètics de l'interior i l'exterior. Pretén obtenir benefici de les condicions climàtiques particulars de l'emplaçament i adaptar-se a elles de forma positiva, aprofitant les característiques per a millorar el funcionament intern de l'edifici.

El propòsit d'aquest disseny arquitectònic és que des del punt de vista energètic permeti que la nau mantingui un acceptable nivell de confort tant en hivern com en estiu.

Aquesta es basa en l'aplicació d'una sèrie de criteris de disseny a fi d'utilitzar els elements constructius i funcionals propis de l'edifici per tal d'aconseguir un bon control del seu comportament energètic.

2.2.2. Localització i emplaçament.

La nau està situada en municipi de Lleida, en Polígon Industrial "Camí dels Frares", illa 33, parcel·la 67, amb una superfície de 5.801,92 m² (plànol 1 i 2).

Aquesta parcel·la està definida en el Pla Parcial el Camí dels Frares (3ra Fase) com a "Sòl Industrial Tipus II".

Les coordenades UTM són:

UTM x = 305.890

UTM y = 4.609.840

2.3. Abast

El projecte consisteix en el disseny d'una nau bioclimàtica, utilitzant materials, sistemes passius i actius d'estalvi energètic amb el que es farà un ús racional de les energies generades i en conseqüència respectant el medi ambient.

El projecte ha de garantir els principis bàsics de l'arquitectura bioclimàtica: captació, emmagatzematge, aïllament i protecció, utilitzant els recursos naturals propis, sobretot les fonts d'energia renovable, treballant amb el sol i la ventilació, i controlant els fluxos energètics.

En l'edificació es tindrà de considerar els requisits següents:

- Insolació.
- Protecció solar.
- Ventilació natural.
- Il·luminació natural.
- Aïllament tèrmic.
- Climatització amb energia renovable.
- Estalvi energètic.

No està dintre de l'abast del projecte:

- el disseny de la instal·lació elèctrica.
- el disseny de la instal·lació d'aigua calenta sanitària ni d'aigua freda sanitària.
- la direcció de les obres.
- els treballs d'execució.
- estudi de viabilitat econòmica.

Al tractar-se d'una nau sense ús determinat, la zona destinada a magatzem no se sap quins materials, maquinària i persones hi haurà, per tant queda exenta d'aquest projecte l'estudi climatitzat d'aquesta zona.

2.4. Antecedents

En l'actualitat, les naus industrials es construeixen amb materials econòmics, sense pensar en la eficiència energètica.

Diàriament ens alerten mitjançant els diferents medis de comunicació de la proximitat del canvi climàtic i de la necessitat d'adaptar els nostres hàbits per a millorar la natura.

Per això, des de la posició de futura enginyera, l'aportació que puc fer és la realització d'edificis més intel·ligents.

Aquest projecte consisteix en una nau bioclimàtica situada en un polígon industrial. Es centrarà bàsicament en la part de la climatització tot buscant el confort climàtic i que l'edifici siguin autosuficient.

2.5. Normes i referències

2.5.1. Disposicions legals y normes aplicades

➤ **Normativa estatal**

- REAL DECRET 314/2006, de 17 de març, pel que s'aprova el Codi Tècnic de la Edificació.
- Reial decret 1751/1998, de 31 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE) i les seves Instruccions Tècniques Complementàries (ITE) i es crea la Comissió assessora per a les instal·lacions tèrmiques dels edificis.
- Correcció d'errors en el Reial decret 1751/1998, de 31 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE) i les seves Instruccions Tècniques Complementàries (ITE) i es crea la Comissió assessora per a les instal·lacions tèrmiques dels edificis.
- Reial decret 1218/2002, de 22 de novembre, pel que es modifica el Reial decret 1751/1998, de 31 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis i les seves Instruccions Tècniques Complementàries i es crea la Comissió assessora per a les instal·lacions tèrmiques dels edificis.

➤ **Normes UNE d'aplicació, en especial les següents:**

- 100020/1M:1999 Climatització. Sala de màquines.
- 100030:2001 IN Guia per a la prevenció, control de la proliferació i disseminació de la legionel·la a les instal·lacions.
- 100155:1988 IN Climatització. Càlcul de vasos d'expansió.
- 100156:1989 Climatització. Dilatadors. Criteris de disseny.
- 100157:1989 Climatització. Disseny dels sistemes de d'expansió.
- 100011:1991 Climatització. La ventilació per una qualitat acceptable de l'aire en la climatització dels locals.
- 13779:2004. Ventilació en edificis no residencials.
- 1264:2001 Calefacció per terra radiant. Sistemes i components.
- 7730:1996: Ambients tèrmics moderats.

➤ **Normativa autonòmica**

- Instrucció 3/2003 de la DGCSI per la qual es regulen els requisits de ventilació dels locals on s'instal·lin calderes de combustible líquid per a calefacció i/o aigua calenta sanitària de potència tèrmica nominal inferior o igual a 70 kW.
- Ordre de 3 de maig de 1999, sobre el procediment d'actuació de les empreses instal·ladores de les entitats d'inspecció i control i dels titulars, instal·lacions regulades pel Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE i les seves Instruccions Tècniques Complementàries (ITE).

- Resolució del 6 de maig de 1994 d'autorització per a la utilització d'equips de climatització pel cicle d'absorció.
- DECRET 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

➤ **Altres normes a considerar**

- Reial decret 865/2003, de 4 de juliol, pel qual s'estableixen els criteris generals higienico-sanitaris per a la prevenció i control de la legionel·losis
- Decret 152/2002, de 28 de maig, pel qual s'estableixen les condicions higienico-sanitàries per a la prevenció i el control de la legionel·losis
- Reglament (CE) n. 2037/2000 del Parlament Europeu i del Consell de 29 de juny de 2000 sobre les substàncies que esgoten la capa d'ozó
- Ordre de 21 de juny de 2000 que modifica l'annex de l'Ordre de 10 de febrer de 1983, sobre normes tècniques dels tipus de radiadors i convectors de calefacció per mitjà de fluids i la seva homologació pel Ministeri d'Indústria i Energia
- Reial decret 1627/1997, de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i de salut en les obres de construcció
- Reial Decret 2177/1996, de 4 d'octubre, pel qual s'aprova la norma bàsica de l'edificació NBE-CPI/96, sobre condicions de protecció contra incendis dels edificis
- Reial decret 363/1984, de 22 de febrer, que complementa les normes tècniques dels tipus de radiadors i convectors de calefacció per mitjà de fluids i la seva homologació pel Ministeri d'Indústria i Energia
- Reial decret 3089/1982, de 15 d'octubre, pel qual s'estableixen la subjecció a normes tècniques dels tipus de radiadors i convectors de calefacció per mitjà de fluids i la seva homologació pel Ministeri d'Indústria i Energia
- Ordre, de 27 d'abril de 1987, d'aprovació de la norma reglamentària d'edificació sobre aïllament tèrmic NRE-AT-87

➤ **Ordenances municipals d'aplicació**

- Pla General de Lleida.
- Ordenança Solar de Lleida.

2.5.2. Bibliografia

- ***Arquitectura sostenible y aprovechamiento solar. Diseño arquitectónico integral, preservación del medio ambiente y ahorro energético***
M. J. González Díaz.
Colección Era Solar energías renovables.
- ***Tecnología solar***
M. Ibáñez Plana, J. R. Rosell Polo, J. I. Rosell Urrutia.
Ediciones Mundi-Prensa.
- ***Guía de Bioconstrucción***
Camilo Rodríguez Lledó.
Editorial Mandala.
- ***Calefacción y refrescamiento por superficies radiantes***
Ortega Rodríguez, Mario i Antonio.
Ed. Paraninfo. Madrid, 2001.
- ***Instalaciones y servicios en la edificación***
George Hassan.
A. Madrid Vicente, ediciones.
- ***Energías Geotèrmica y de Origen Marino***
M. Castro Gil, C. Sánchez Naranjo.
PROGENSA (Promotora General de Estudios, S.A.).
- ***Bombas de Calor y Energías Renovables en Edificios***
Francisco Javier Rey Martínez, Eloy Velasco Gómez.
Thomson Editores Spain. Paraninfo, S.A.
- ***Energía geotérmica.***
Jaume Pous. Lluís Jutglar.
CEAC. Energías alternativas y medio ambiente
- ***Manual técnico de diseño y cálculo para calefacción bajo suelo por agua caliente.***
Esak.

2.5.3. Altres bibliografies

- www.gencat.cat
- www.paeria.es
- www.geotermica.com
- www.wilo.es
- www.clivet.es
- www.baxi-roca.com
- www.giroadgeotermia.com
- www.salvadorescoda.com
- www.saunierduval.es
- www.sodeca.com
- www.uponor.es
- www.cte.es

2.5.4. Programes de càlcul

Per a calcular les càrregues tèrmiques en les oficines i en el magatzem, s'ha utilitzat el mòdul de "Cargas tèrmicas (CATA)" del programa "*Instalaciones Térmicas en los Edificios*" DMELECT 2007.

Els càlculs d'il·luminació natural del magatzem es realitza amb el programa DIALux.

Per a calcular la instal·lació de renovació d'aire i la instal·lació de climatització mitjançant fain-coil, s'ha utilitzat el programa "*AIR-PACK*" versió 2.0 de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) i la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona.

Els amidaments, pressupost i planificació s'ha utilitzat el mòdul de gestió anomenat "ARQUÍMEDES" del programa CYPE.

Per la redacció del projecte i els diferents càlculs s'ha emprat el Microsoft Office (Word i Excel).

Els plànols s'han confeccionat amb el programa de dibuix Allplan FT.

2.6. Definicions i abreviatures

2.6.1. Definicions

L'apartat de definicions s'ha dividit entre els diferents apartats dels annexes per tal de facilitar la seva consulta.

2.6.1.1. Definicions en el càlcul de l'energia solar passiva

FF= Factor de forma

2.6.1.2. Definicions en el càlcul de les càrregues tèrmiques

Q_{saip} = Guany de calor sensible per aportacions internes permanents (W).

F = Suplements (tant per un com per l'altre).

L = Longitud d'escletxes de portes i finestres exteriors sotmeses a l'acció del vent, a sobrevent (m).

$\sum_j f_j \cdot L_j$ = Cabal d'aire infiltrat per portes i finestres exteriors sotmeses a l'acció del vent, a sobrevent (m^3/h).

$\sum_n f_n \cdot L_n$ = Cabal d'aire exfiltrat a través de buits exteriors situats a sotavent o be a través de buits interiors del local (m^3/h).

H = Coeficient característic de l'edifici. S'obté en funció del vent dominant, el tipus i la situació de l'edifici.

Z_o = Suplement per orientació Nord.

Z_{is} = Suplement per interrupció del servei.

Z_{pe} = Suplement per mes de 2 parets exteriors.

Q_l = Aportació o carga tèrmica latent (W).

Q_{se} = Carga tèrmica sensible efectiva (W).

Q_{le} = Carga tèrmica latent efectiva (W).

Q_{sr} = Calor per radiació solar a través de cristall (W).

Q_{str} = Calor per transmissió i radiació a través de parets i sostres exteriors (W).

Q_{st} = Calor per transmissió a través de parets, teulades i portes interiors, sols i finestres (W).

Q_{si} = Calor sensible per infiltracions d'aire exterior (W).

Q_{sai} = Calor sensible per aportacions internes (W).

R = Radiació solar (W/m^2).

f_{cr} = Factor de correcció de la radiació solar.

f_{at} = Factor d'atenuació per persianes o altres elements.

f_{alm} = Factor d'emmagatzematge a les estructures de l'edifici.

DET = Diferencia equivalent de temperatures ($^{\circ}\text{C}$).

a = Coeficient corrector que té amb compte:

DET_S = Diferencia equivalent de temperatura a l'hora considerada per al tancament a l'ombra.

DET_m = Diferencia equivalent de temperatura a l'hora considerada per al tancament assolat.

b = Coeficient corrector que considera el color de la cara exterior de la paret.

R_S = Màxima insolació, corresponent al mes i latitud suposats per a l'orientació considerada.

R_m = Màxima insolació, corresponent al mes de Juliol i a 40° de latitud Nord, per a l'orientació considerada.

K = Coeficient de transmissió tèrmica del tancament ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Obtingut segons CTE.

V_{ae} = Caudal d'aire exterior calent que s'introdueix en el local (m^3/h).

V = Volum del local (m^3).

n = Número de renovacions per hora (ren/h).

Q_{sil} = Guany intern de calor sensible per il·luminació (W).

Q_{sp} = Guany intern de calor sensible degut als Ocupants (W).

Q_{sv} = Guany intern de calor sensible per Aparells diversos (motors elèctrics, ordinadors, etc) (W).

Q_s = Carga tèrmica sensible (W).

V_{av} = Cabal d'aire exterior necessari per a la ventilació del local. Estimat segons UNE 100011 (m^3/h per persona, superfície i local).

f = Factor de bypass de l'equip condicionador.

Q_{li} = Calor latent per infiltracions d'aire exterior (W).

Q_{lai} = Calor latent per aportacions internes (W).

V_{ae} = Cabal d'aire exterior calent que s'introdueix al local (m^3/h).

Q_{lp} = Guany intern de calor latent degut als Ocupants (W).

Q_l = Carga tèrmica latent (W).

Q_{lv} = Calor latent per aire de ventilació a través del climatitzador (W V_{av} = Cabal d'aire exterior necessari per a la ventilació del local. Estimat segons UNE 100011 (m^3/h per persona, superfície i local).

f = Factor de bypass de l'equip condicionador.

W_e = Humitat absoluta de l'aire exterior (gw/Kga).

W_i = Humitat absoluta de l'aire interior (gw/Kga).

K = Coeficient de transmissió tèrmica del tancament ($\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$).

$1/h_i$ = Resistència tèrmica superficial interior ($\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$).

$1/h_e$ = Resistència tèrmica superficial exterior ($\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$).

e = Gruix de les làmines del tancament (m).

λ = Conductivitat tèrmica de les làmines del tancament ($\text{W/m } ^\circ\text{C}$).

r_c = Resistència tèrmica de la càmera d'aire ($\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$).

r_f = Resistència tèrmica del forjat ($\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$).

R_i = Resistència tèrmica de la fulla interior del tancament ($\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$).

A_f = Superfície del forjat (m^2).

$\Sigma(K_e \cdot A_e)$ = Suma dels productes $K_e \cdot A_e$ dels tancaments exteriors que delimiten el espai d'aire ($\text{W/ } ^\circ\text{C}$).

K_f = Coeficient de transmissió del forjat ($\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$).

l_{ex} = Perímetre exterior de la càmera (m).

A = Superfície de la càmera (m^2).

α = Coeficient de ventilació de la càmera. S'obté de NBE CT-79, Anexe 2.

T_x = Temperatura a la cara x ($^\circ\text{C}$).

T_{x-1} = Temperatura a la cara x-1 ($^\circ\text{C}$).

T_i = Temperatura interior ($^\circ\text{C}$).

T_e = Temperatura exterior ($^\circ\text{C}$).

$R_{(x,x-1)}$ = Resistència tèrmica de la làmina compresa entre las superfícies x i x-1 ($\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$).

R_T = Resistència tèrmica total del tancament ($\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$).

P_{vs_x} = Pressió de vapor de saturació a la cara x (bar).

T_x = Temperatura a la cara x ($^\circ\text{K}$).

P_{v_x} = Pressió de vapor a la cara x (mbar).

$P_{v_{x-1}}$ = Pressió de vapor a la cara x-1 (mbar).

P_{v_i} = Pressió de vapor interior (mbar).

P_{v_e} = Pressió de vapor exterior (mbar).

$R_{v(x, x-1)}$ = Resistència al vapor de la làmina compresa entre les superfícies x i x-1 ($\text{MN} \cdot \text{s/g}$).

R_{v_T} = Resistència al vapor total del tancament ($\text{MN} \cdot \text{s/g}$).

T_{R_x} = Temperatura de rosada a la cara x ($^\circ\text{K}$).

A, B = Coeficients en funció de la temperatura a la cara x.

2.6.1.3. Definicions en el càlcul de la instal·lació geotèrmica

kW_f = Potència frigorífica

kW_e = Potència elèctrica absorbida pel compressor

kW_t = Potència tèrmica al bescanviador exterior

COP_f = Rendiment frigorífic

COP_t = Rendiment tèrmic

L = Profunditat del pou

t_g = Temperatura del terreny a profunditat L

t_w = Temperatura de la superfície del terreny

R = Coeficient d'intercanvi de calor

T_H = Temperatura a l'estiu del circuit calent

T_C = Temperatura a l'hivern del circuit fred

P = Potència de sortida màxima

q = Calor que el recurs geotèrmic intercanvia amb el sistema

dT_{estiu} = Salt tèrmic estiu

dT_{hivern} = Salt tèrmic hivern

2.6.1.4. Definicions en el càlcul de terra radiant

R = Resistivitat del terra

e = Gruix del terra

λ = Coeficient de conductivitat tèrmica

ΔT_x = Salt tèrmic entre la temperatura superficial i la temperatura ambient interior

T_{terra} = Temperatura del terra

T_{int} = Temperatura interior

$\Delta T_{circuit}$ = Salt tèrmic del circuit de terra radiant

K = Coeficient transmissió tèrmica

Q = Quantitat de calor

S = Superfície

ΔT_H = Salt tèrmic necessària a la instal·lació

T_{imp} = Temperatura d'impulsió

T_{retorn} = Temperatura de retorn

P = Potència del generador en kCal/h.

Q = Potència total instal·lada en calefacció sota terra en kCal/h.

Q_T = Pèrdua de calor en canonades d'alimentació, muntants, etc... en kCal/h.

Es pot calcular com a mode d'aproximació el 5% de la potència útil instal·lada.

a = Augment per inèrcia, de 1,1 a 1,2.

V_{inst} = Volum d'aigua en la canonada de la instal·lació.

$V_{canonada}$ = 0,206 l/m en el tub de 20 x 1,9 mm i 0,125 l/m en el tub de 16 x 1,8 mm.

L = Longitud total de la canonada (m).

V = Capacitat del dipòsit en litres.

V_{inst} = Volum total de la instal·lació en litres.

α = Coeficient de dilatació de l'aigua. El coeficient de dilatació de l'aigua és de 0,079 a 40 °C.

2.6.2. Abreviatures

ACS: Aigua Calenta Sanitària.

ASHRAE: *American Association of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers*, Associació Americana d'Enginyers de Calefacció, Refrigeració i Aire Condicionat.

EER: *Energy Efficiency Ratio*, Factor de Rendiment Energètic.

ICAEN: Institut Català d'Energia.

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético.

ITC: *Instrucción Técnica Complementaria*.

ISO: *International Standards Organization*, Organització Internacional d'Estandarització.

RITE: *Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios*.

UNE: *Una Norma Española*.

2.7. Requisits de disseny

2.7.1. Requeriments urbanístics

La nau està situada en municipi de Lleida, en Polígon Industrial "Camí dels Frares", illa 33, parcel·la 67, amb una superfície de 5.801,92 m².

Aquesta parcel·la està definida en el Pla Parcial el Camí dels Frares (3ra Fase) com a "Sòl Industrial Tipus II".

Les condicions que ens requereix aquest pla parcial per a sòl industrial tipus II són:

- El tipus d'ordenació serà el d'ordenació aïllada.
- La parcel·la mínima serà de 1.500 metres quadrats.
- El número màxim de plantes serà de planta baixa, més una planta pis.
- L'edificabilitat neta serà de 12 metres i per raons tècniques podrà ultrapassar-se en un 10 per cent de la superfície de la parcel·la fins arribar als 20 metres.
- L'ocupació màxima de l'edificació serà la del 60 per cent de la parcel·la.
- Les separacions a veïns, carrer i aparcaments públics serà com a mínim de 5 metres.

Al disposar d'una superfície de parcel·la de 5.801,92 m², l'edificació podrà ocupar com a màxim el 60% de la parcel·la, que són 3.481,15 m².

S'opta pel disseny d'una nau aïllada de superfície construïda de 1.500 m².

2.7.2. Requeriments del disseny de la climatització

L'estudi de climatització de l'edificació, al ser una nau bioclimàtica es fa ús de les energies renovables, fent l'estudi amb energies passives i posteriorment si fos necessari amb energies actives (energia solar tèrmica, energia geotèrmica, ...) i escollint l'alternativa més adequada.

2.8. Anàlisi de solucions

2.8.1. Justificació de la ubicació de la nau

La nau està situada en Polígon Industrial "Camí dels Frares", illa 33, parcel·la 67 del municipi de Lleida.

La parcel·la limita al nord amb la carretera N-II, al oest amb un carrer de doble sentit ja urbanitzat des d'on s'accedeix a la parcel·la, a l'est amb una parcel·la no urbanitzable degut al seu desnivell elevat, i al sud amb una parcel·la destinada a aparcament de vehicles.

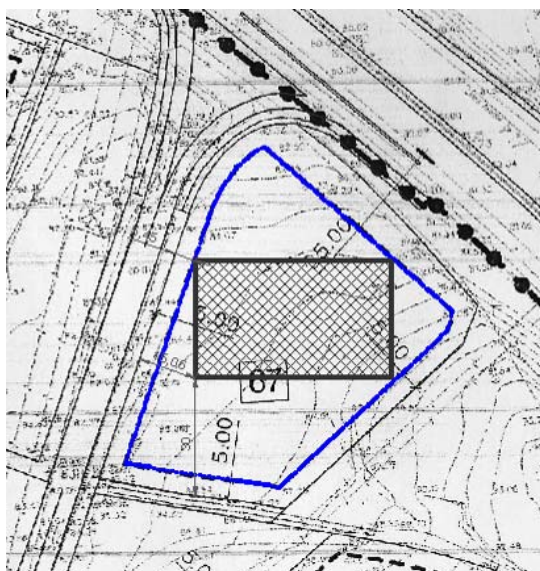


Figura 8. Emplaçament de la nau en la parcel·la

La línia de color blau de la Figura 8, marca el límit edificable permès en el solar. Per a complir els 1.500 m², es proposa realitzar la nau de 50 x 30 m. La situació dintre del solar es plantegen diferents solucions:

- Col·locar la façana de 30 m en la façana nord-sud i la de 50 m en la façana oest-est.
- Col·locar la façana de 30 m en la façana nord-sud i la de 50 m en la façana oest-est, però la nau amb la inclinació del carrer oest.
- Col·locar la façana de 50 m en la façana nord-sud i la de 30 m en la façana oest-est.

La opció a i b l'avantatge es que la nau podria estar centrada en el solar, deixant un espai equitatiu de terreny al voltant de la nau. L'inconvenient és en termes de radiació solar, és a dir, que la façana més irradiada pel Sol seria la façana sud que és de 30 metres.

En canvi l'opció c té l'avantatge de que la façana de 50 metres és la més irradiada i l'inconvenient és la situació de la nau ocupa gairebé tot el solar.

Com que lo important en aquest projecte són les característiques tèrmiques, s'escull l'opció c representada en la Figura 8.

Encara que l'accés des del carrer a la parcel·la és des de l'oest, l'entrada a la nau es farà des de les façanes sud i nord.

La superfície no ocupada per la nau, s'urbanitzarà amb zona d'aparcament i enjardinat.

2.8.1.1. Distribució de la nau

Al considerar-se una nau de grans dimensions, s'opta per fer també unes oficines respectant les mateixes proporcions en el interior de la nau.

El Pla Parcial el Camí dels Frares (3ra Fase) permet fer una edificació neta fins a 12 m, llavors permet l'opció de fer les oficines en dos nivells i la zona de magatzem en un sol nivell.

En quant a la situació de les oficines dintre de la nau, aquestes no es poden col·locar en el costat est, degut a que en ell hi ha un altioplà i no es pot aprofitar la il·luminació i la radiació solar i, a més a més, la seva proximitat faria que les vistes des de l'interior no siguin agradables (Figura 9).

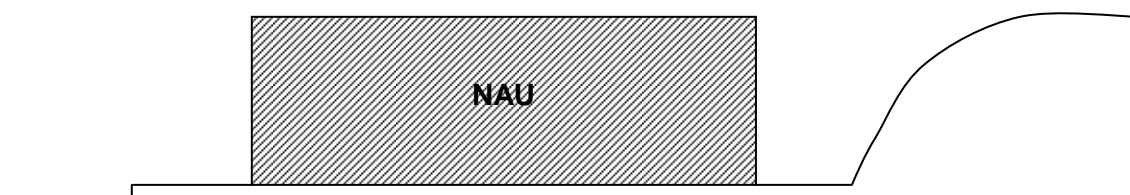


Figura 9. Situació de la nau respecte a l'altioplà.

En la façana nord, sempre hi ha ombra i en la sud irradia tot el dia el Sol. S'opta per ubicar les oficines en la façana oest (Figura 10).



Figura 10. Esquema d'ubicació de les oficines en el interior de la nau.

Per la tarda, el Sol es situa en la façana oest, degut a que en aquelles hores es situa en la part baixa de l'horitzó, pot resultar molest. Per resoldre aquest inconvenient es tindran de proposar diferents alternatives en el capítol 2.8.2.12. Solució adoptada d'energia solar passiva.

L'alçada de la nau és de 10,84 m. La nau es projecta sense ús determinat.

La nau està dividida clarament dos zones la zona de magatzem i la zona d'oficines (veure plànol 3):

- La zona de magatzem ocupa només el nivell de planta baixa i ocupa una superfície útil de **1.177,36 m²**.
- La zona d'oficines està situada en la façana principal i ocupa el nivell de planta baixa i planta primera, amb una superfície total d'oficines de **491,11 m²**. En la taula 1 i 2 s'indica el resum de superfícies.

PLANTA BAIXA

Sala de treball i administració	120,82 m ²
Sala d'ordinadors	9,89 m ²
sala de reunions	14,18 m ²
despatx 1	13,26 m ²
escales	13,30 m ²
despatx 2	13,23 m ²
Atenció al client	81,98 m ²
Lavabo homes	5,40 m ²
Lavabo dones	5,38 m ²
TOTAL	277,44 m²

Taula 1. Resum de les superfícies de planta baixa.

PLANTA PRIMERA

Despatx 3	6,36 m ²
Despatx 4	6,74 m ²
Pas 1	17,72 m ²
Pas 2	10,53 m ²
Sala de treball	53,11 m ²
Despatx 5	19,02 m ²
Escala - sala d'espera	19,78 m ²
Despatx direcció	37,73 m ²
Office	13,86 m ²
Vestuari homes	12,81 m ²
Vestuari dones	16,41 m ²
TOTAL	214,07 m²

Taula 2. Resum de les superfícies de planta primera.

La superfície útil total de la nau és de **1668,47 m²**.

2.8.2. Justificació d'energia solar passiva

Per a que l'eficiència energètica de la nau sigui òptima, és necessari fer un estudi d'energia solar passiva.

En els sistemes passius, la captació solar es realitza directament a través de les pròpies característiques de l'edifici. Els elements estructurals, espacials i delimitadors, a més a més de complir les seves funcions pròpies, contribueix a la cerca de

l'acondicionament de l'ambient interior, mitjançant la seva col·locació, forma, les capacitats dels materials de construcció, etc.

Els requisits que tindrà de complir la nau són els que es descriuen en aquest apartat.

2.8.2.1. Orientació de la nau

La façana orientada cap al sud millora el rendiment energètic de l'edifici i la façana orientada cap al nord, serveix per il·luminar mitjançant la radiació difusa i també serveix per a captar ventilacions més fresques.

Tipus de radiació solar. La radiació solar es pot manifestar de tres formes distintes depenent de com es rep en els objectes:

- Radiació directa: És la qual procedeix directament del sol.
- Radiació difusa: És la qual es rep de l'atmosfera a causa de la dispersió de la radiació solar en la mateixa.
- Radiació reflectida: És la qual es reflecteix en la superfície terrestre.

La superfícies horitzontals reben més radiació difusa que reflectida i les superfícies verticals més reflectida que difusa.

2.8.2.2. Ombres

Al hivern, el Sol està en posicions més baixes, això provoca ombres d'arbres o edificis. Per a poder aprofitar totes les estacions de l'any la radiació solar, cal que la distància sigui major entre edificis i arbres.

2.8.2.3. Factor de forma.

Quant més compacte sigui un cos, menor serà el seu factor de forma i menys pèrdues tindrà l'edifici a través de la superfície.

$$\text{Factor de Forma} = \text{Superfície} / \text{Volum}$$

2.8.2.4. Ventilació.

La ventilació natural és un mecanisme utilitzat en climes càlids per a eliminar l'excés de calor dels espais interiors. S'aconsegueix normalment mitjançant obertures en murs exteriors oposats que contribueixen a la formació de corrents d'aire creuades. Per a aconseguir que la ventilació natural sigui òptima els murs oberts haurien d'estar orientats a la zona de vent dominant de l'entorn.

La ventilació, no obstant això ha de realitzar-se d'una manera controlada perquè la pèrdua de calor que produeix sigui admissible amb la sensació de confort. Les juntes de les obertures de murs per a ventilar també han de ser tractades per a evitar les infiltracions d'aire sobretot en moments de molt vent.

Els objectius de la ventilació com mecanisme bioclimàtic són varis:

- Cobrir la necessitat de renovació de l'aire interior.
- Ajudar al confort tèrmic en períodes de calor.

- Contribuir a la climatització.

Depenent de la forma en la qual es produeixi la ventilació es poden distingir diversos tipus:

- **Ventilació natural:** La ventilació natural és la generada de forma espontània mitjançant corrents d'aire produïdes pel vent a l'obrir els buits existents en el tancament dels edificis. Perquè la ventilació natural sigui el més eficaç possible les obertures de buits haurien de localitzar-se en façanes oposades transversals a la direcció del vent dominant. La Figura 11 és un exemple de com es podria utilitzar la ventilació natural.

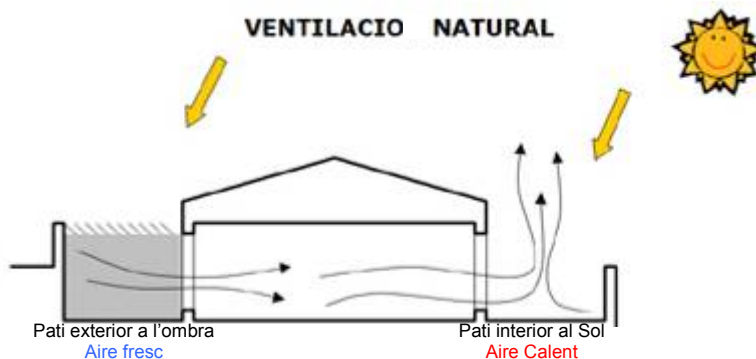


Figura 11. Ventilació natural

- **Ventilació forçada:** La ventilació convectiva o forçada es basa en les diferències de temperatura de les masses d'aire. L'aire calent tendeix a ascendir i substituir a l'aire fred generant corrents d'aire. Aquests corrents poden ser provocades mitjançant l'obertura de buits en la part superior de l'edifici de manera que l'aire calent pugui sortir a l'exterior. Aquesta sortida pot ser potenciada mitjançant escalfament (xemeneies solars).

2.8.2.5. Il·luminació natural

Es procurarà una il·luminació natural, degut a que aporta:

- Estalvi energètic.
- Comoditat.
- Qualitat ambiental.
- Benestar més sensitiu.
- La perfecta perfecció de colors.
- Salut.

2.8.2.6. Inèrcia tèrmica

Els edificis dissenyats amb sistemes passius poden arribar al confort tèrmic consumint un mínim d'energia, sempre que la pròpia construcció actuï com regulador tèrmic, és a dir que acumuli calor a l'hivern quan és necessari o bé dissipi calor a l'estiu. Això és possible si els elements constructius tenen inèrcia tèrmica.

La inèrcia tèrmica és la capacitat que té la massa de conservar l'energia tèrmica rebuda i anar alliberant-la progressivament, disminuint d'aquesta forma la necessitat d'aportació de climatització.

La inèrcia tèrmica o capacitat d'emmagatzemar energia d'un material depèn de la seva massa, la seva densitat i la seva calor específica. Edificis de gran inèrcia tèrmica tenen variacions tèrmiques més petites ja que la calor acumulada durant el dia s'allibera en el període nocturn, això vol dir que a major inèrcia tèrmica major estabilitat tèrmica.

La inèrcia tèrmica és un concepte clau en les tècniques bioclimàtiques ja que la capacitat d'acumulació tèrmica de les solucions que conformen un element arquitectònic és bàsica per a aconseguir l'adequat nivell de confort i la continuïtat en les instal·lacions de climatització.

La inèrcia tèrmica comporta dos fenòmens, un d'ells és el de la amortiguació en la variació de les temperatures i un altre és el retard de la temperatura interior respecte a l'exterior.

Un exemple de gran inèrcia tèrmica és el sòl, l'efecte climàtic del qual pot ser utilitzat ja que esmorteix i alenteix la variació de temperatura que es produeix entre el dia i la nit. El semienterrat d'edificis pot arribar a aprofitar la capacitat d'acumulació calorífica del sòl.

2.8.2.7. Acristalament

De la llum que incideix en el vidre d'una finestra, part és absorbida, part és reflectida i part es transmesa a l'espai interior.

El factor solar indica la proporció entre energia solar transmesa cap a l'interior i la radiació solar que incideix en la superfície.

Mirant la Taula 3, en un vidre de 6 mm de gruix, es pot veure que les propietats milloren considerablement respecte un vidre especial.

	NORMAL	ESPECIAL
Factor Solar	0,82	0,21
Atenuació Acústica	32 dB	40 dB
Transmissió Tèrmica	3,25 W / °C m ²	1,63 W / °C m ²

Taula 3. Exemple d'acristalament

2.8.2.8. Protecció solar

El sistema més elemental de control solar és impedir la radiació del Sol, amb persianes, tendals, o varietats de sistemes que existeixen en el mercat, en la tradició i en la imaginació. L'eficàcia del sistema permetrà jugar entre els efectes de la radiació directa i la radiació difusa, doncs no tots actuen de la mateixa manera. Un tendal inclinat eliminarà la radiació directa però no la difusa, permetrà la funció d'il·luminació i la circulació d'aire entre el tancament opac i l'obertura, metres que una persiana enrotllable vertical només realitzarà la primera funció. Una contrafinestra impedirà la radiació solar, i si té lames o perforacions permetrà la ventilació.

Les proteccions solars es consideren eficaces si redueixen el 80 % de la radiació solar incident.

2.8.2.9. Galeries.

Les galeries de vidre orientades al sud, són una font de escalfament en hivern de forma passiva, gràcies a l'efecte hivernacle.

El vidre és permeable a la radiació solar a causa de la longitud d'ona, entre les 0,3 i les 2,5 micres. La llum que penetra d'aquesta forma a través del vidre és absorbida per tot lo que hi ha després d'ell: aire, objectes, parets, terra, etc. Aquests objectes absorbeixen aquesta radiació, s'escalfen i a la vegada emeten radiacions, aquesta vegada la longitud d'ona superior a 5 micres, a la que el vidre és impermeable. Això produeix un elevat escalfament en el interior d'un espai tancat darrere d'un vidre, que es coneix com "efecte hivernacle".

2.8.2.10. Murs captadors

El sistema es resumeix en un mur de gran massa, orientat al sud, sobre el qual es col·loca un vidre a una certa distància. El mur pot ser de material ceràmic, pedra, tàpia o atovó. En aquestos casos, si la superfície es pinta o es recobreix d'un material fosc s'augmenta la captació. A uns 10 cm es col·loca el vidre.

L'aire entre el vidre i el mur adquireix una gran temperatura per efecte hivernacle. En la part superior i inferior del mur es localitzen forats de ventilació que permeten la circulació de l'aire calent d'uns espais a uns altres.

El seu funcionament es basa en la captació de l'energia solar a través de la superfície transparent que produeix l'escalfament de l'aire en la càmera interior. Aquest aire es distribueix per convecció des dels orificis superiors de ventilació a l'interior de les estades, expulsant-se l'aire fred per les obertures inferiors. Una part de la calor generada és absorbida pel mur interior per conducció traslladant-se també a l'espai interior.

El resultat és que aporta un 50 % de les necessitat calorífiques de l'hivern a raó de 1 m² de mur cada 3 m² de superfície a escalfar. El vidre utilitzat en aquestos casos és de baixa emissivitat.

2.8.2.11. Aïllament.

L'aïllament tèrmic té com objectiu el dificultar les transmissions de calor de l'interior a l'exterior i viceversa per a evitar les pèrdues de calor en períodes freds i el guany del mateix en èpoques càlides

L'aïllament és fonamental tant en els murs com en els buits acristalats que també han de ser aïllats, amb per exemple, un doble acristalament.

En el cas dels murs es localitza normalment en la seva fulla exterior per a mantenir la inèrcia tèrmica de l'interior i cal fer especial èmfasi en la reducció dels ponts tèrmics que solen tenir menor resistència tèrmica.

2.8.2.12. Solució adoptada d'energia solar passiva

De les tecnologies d'escrites anteriorment, s'implementen les indicades a continuació, la forma d'utilitzar-les es detalla en l'Annex I. Energia solar passiva.

- Orientació de la nau

- Factor de forma
- Ventilació
- Il·luminació
- Acristalament
- Protecció solar
- Aïllament

Les tecnologies que no s'implementen són les de:

- **Inèrcia tèrmica:** al tractar-se d'una nau a on hi haurà bastant material emmagatzemat o maquinaria, no es pot concebre la idea d'utilitzar el terra com sistema d'inèrcia tèrmica perquè la majoria de temps estarà cobert.
- **Galeries:** en el concepte inicial del projecte, es va planteja ficar un mur cortina en la recepció de les oficines que fes 10 metres d'amplada i 8 d'alçada, però després es va descartar perquè la sala de recepció – atenció al client, és una sala bastant utilitzada pels treballadors i els visitants, i hauria molta concentració de calor i augmentaria el consum energètic en la sala. Normalment se recomana que les galeries estiguin adossades a l'edificació i no es faci cap ús.
- **Murs captadors:** es descarta la utilització perquè al ser una nau industrial a on hi haurà entrada i sortida de camions o vehicles pesats, si es revesteix la façana de vidre, els camions o vehicles pesats podrien trencar-los.

2.8.3. Justificació de la climatització

Es calcula mitjançant el programa CATA DEMELEC (càlculs en el apartat 3.2) les condicions tèrmiques i tenint en consideració els sistemes d'energia solar passiva de l'apartat anterior, els resultats obtinguts es resumeixen en la Taula 4.

Zona	Càrrega Total Hivern (W)	Càrrega Total Estiu (W)
Oficines	30.277	30.634
Magatzem	120.472	104.805
Carga Total Edifici (W)	150.748	135.439

Taula 4. Resum de necessitats tèrmiques de l'edifici

Al resultar una càrrega total de l'edifici superior a 0 W, indica que la climatització de la nau amb energia solar passiva és insuficient, per tant és necessari utilitzar un sistema de climatització de refrigeració i calefacció.

Al ser una nau bioclimàtica, els sistemes a fer servir tindran com a requisit indispensable ser amb energies renovables.

Com s'ha dit en el capítol 2.3. la zona de magatzem, al no estar definit el seu ús no s'estudia la seva climatització.

2.8.3.1. Sistemes de generació d'energia

El sistema de generació d'energia té de ser amb energies renovables, degut a que la nau és bioclimàtica.

Entre el diferent ventall d'energies renovables, s'ha descartat altres energies renovables, com ara:

- la generació d'energia tèrmica mitjançant calderes de biomassa, perquè no és autosuficient a l'hora de generar l'energia i té una total dependència del subministre extern de la matèria prima.
- la generació d'energia elèctrica mitjançant aerogeneradors eòlics, per la seva ubicació en un terreny poc elevat i el poc espai lliure per a col·locar-los en la parcel·la.

L'estudi es centra amb l'energia solar tèrmica i amb energia geotèrmica, que són els dos sistemes de generació d'energia tèrmica que més s'aproximen a les necessitats de les oficines.

2.8.3.1.1. Energia solar tèrmica

Del Sol es pot obtenir electricitat i calor. Cadascun d'aquests aprofitaments té la seva tecnologia específica.

Els sistemes de captació de l'energia calorífica del sol, són els anomenats col·lectors tèrmics. Per mitjà de la calor recollida en els col·lectors podem escalfar aigua a mitjan i baixa temperatura per a poder disposar d'ella en utilitats tant domèstiques com industrials, d'oci, etc

❖ APLICACIONS TÈRMiques DE L'ENERGIA SOLAR

Les aplicacions tèrmiques de l'energia solar es es pot dividir en baixa, mitja i alta temperatura. Actualment les aplicacions més rentables són les que necessiten una temperatura fins a 130 °C. Segons la temperatura que es necessita aconseguir en cada cas, es requereix una tecnologia per als elements captadors de l'energia solar totalment diferents. A més, tenen diferents utilitats:

- **Baixa temperatura** ($T < 110^{\circ}\text{C}$): S'utilitza el panell pla, el col·lector amb tubs de buit i els col·lectors de polipropilè. Les utilitats són: l'aigua calenta sanitària, dessalinització, calefacció d'edificis a una temperatura assolible, assecadors agrícoles, aire condicionat, climatització de piscines, calefacció en indústries i locals, preescalfament en processos industrials...
- **Mitja temperatura** ($110^{\circ}\text{C} < T < 250^{\circ}\text{C}$): S'utilitzen col·lectors de concentració cilíndrics o parabòlics. Les seves utilitats són: calefacció i aire condicionat, refrigeració, plantes d'energia total, producció d'electricitat a escala reduïda (50 – 100 kW), processos tècnics industrials de mitja temperatura.
- **Alta temperatura** ($T \geq 250^{\circ}\text{C}$): S'utilitzen heliòstats (miralls rotatori que serveix per dirigir els raigs del Sol en una determinada direcció). Les seves utilitats són: processos tèrmics industrials d'alta temperatura, plantes d'energia total...

❖ COL·LECTORS DE BAIXA TEMPERATURA

Dins dels col·lectors d'energia solar tèrmica es troba dos grans grups ben diferenciats, els que permeten elevar la temperatura del sistema fins a temperatures de 120°C

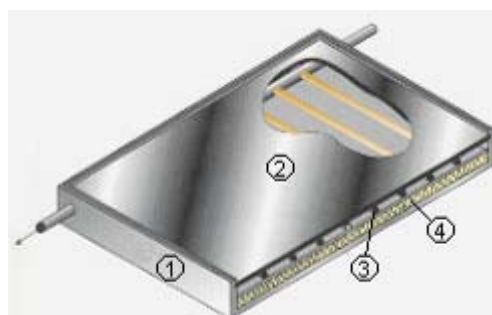
(baixa temperatura), principalment els captadors plans, els col·lectors amb tubs de buit i els col·lectors de polipropilè, i aquells que permeten elevar la temperatura fins a 250°C (alta temperatura), els col·lectors de concentració.

Existeixen diversos models i tipus de col·lectors tèrmics, encara que els més emprats són els col·lectors de placa plana, i els col·lectors de tubs de buit.

- **Col·lector de placa plana:** El tipus de col·lector més difós és el col·lector solar de placa plana. Bàsicament consisteixen en una caixa hermètica aïllada, projectada per a suportar les inclemències del temps, pot estar fabricada amb diferents materials, alumini, acer inoxidable, etc.

La coberta transparent sol ser habitualment de vidre, i afavoreix el principi anomenat "efecte hivernacle", permetent el pas dels rajos lluminosos solars fins a la placa absorbent. Aquesta placa està formada per una làmina metàl·lica que en alguns models pot ser de material plàstic o altres. Per a incrementar el poder d'absorció se sol revestir la placa amb una capa de color negre, sotmetent-la a un tractament electroquímic que eviti la perduda de les seves qualitats amb el pas del temps. La calor passa a uns tubs a manera de serpenti per l'interior de la qual circula el líquid caloportador. Aquest líquid sol ser aigua amb anticongelant.

Bàsicament el funcionament seria: l'aigua penetra freda per la boca d'entrada, rep durant el seu recorregut la radiació solar i va escalfant el líquid circulant a mesura que avança. Quan arriba a la boca de sortida, ha assolit arribar a la temperatura òptima prevista per al rendiment del col·lector.



1. Caixa hermètica.
2. Acristament.
3. Tubs conductors de fluid caloportador.
4. Aïllant.

Figura 12. Instal·lació tèrmica amb col·lectors plans i esquema del col·lector pla.

- **Col·lector de tubs de buit:** El col·lector de tubs de buit o col·lector concentrador es basa en "el principi de concentració." Requereix una superfície reflectant corba on rebre la radiació, per efecte d'aquesta curvatura els rajos són projectats cap a la part central del col·lector on es concentren i arriben a una temperatura elevada. El circuit d'escalfament consisteix en unes càmeres de vidre cilíndriques i rectilínies, per l'interior de les quals passa un fluid caloportador

Hi ha altre sistema de funcionament dels col·lectors de tub de buit anomenat Heat Pipe. En el qual els tubs de buit duen un fluid vaporitzant que no pot sortir de l'interior del tub i que funciona com caloportador. Aquest fluid s'evapora per

efecte de la radiació solar, ascendeix fins a l'extrem superior del tub que es troba a temperatura inferior, això fa que el vapor es condensi, cedeixi la seva energia i retorni al seu estat líquid calent per acció de la gravetat a la part inferior del tub, on al rebre més radiació, torna a evaporar-se i comença un nou cicle.

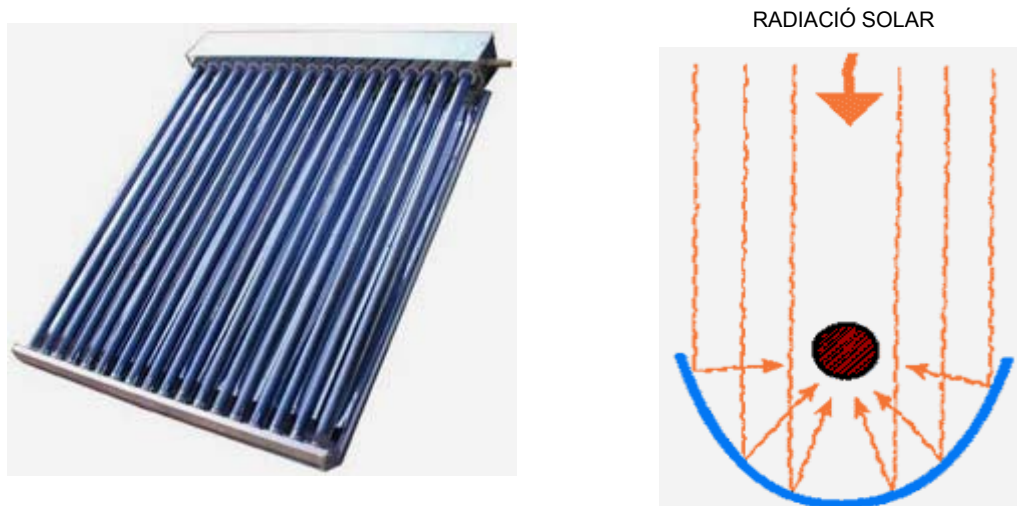


Figura 13. Col·lector de tubs de buit i esquema del principi de concentració dels rajos solar.

Una vegada "capturat" la calor es necessita un sistema complementari d'acumulació del mateix, que permeti poder fer ús de l'aigua calenta en el moment que calgui.

En general s'emmagatzema en un dispositiu acumulador d'aigua aïllat tèrmicament, en l'interior de la qual es troba l'intercanviador de calor, que consisteix en un serpentí pel qual circula l'aigua calenta que procedeix dels col·lectors, i que cedeix la calor a l'aigua de consum.

Uns altres dels elements de les instal·lacions solars tèrmiques són la bomba de circulació, canonades i els elements de control i seguretat.

2.8.3.1.2. Energia geotèrmica

❖ INTRODUCCIÓ

L'energia geotèrmica és aquella energia que pot ser obtinguda per l'home mitjançant l'aprofitament de la calor de l'interior de la Terra. La calor de l'interior de la Terra es deu a diversos factors, entre els quals cal destacar el gradient geotèrmic, la calor radiogènica, etc.

Geotèrmic ve del grec geo, "Terra", i thermos, "calor"; literalment "calor de la Terra".

❖ UTILITZACIÓ DE L'ENERGIA

Antigament ja s'utilitzaven sistemes de calefacció i banys a les cases que aprofitaven les aigües subterrànies calentes anomenades també aigües termals. En tenim clars exemples a les nostres terres amb l'empremta dels romans que van crear una cultura entorn a les deus d'aigua calenta (termes romanes) i alguns sistemes canalitzats que s'aprofitaven per escalfar les llars.

Bàsicament l'energia que s'obté pels processos geotèrmics s'utilitza en la climatització de les vivendes, aigua calenta sanitària i opcions com pot ésser la climatització d'una piscina entre d'altres usos. També el sistema és molt interessant per col·lectivitats, escoles, establiments públics i edificis d'habitatges.

❖ OBTENIR UN BON RENDIMENT

L'objectiu és l'extracció d'aquesta energia lliure del subsòl mitjançant un intercanvi de fluid que sempre es troba a una temperatura més freda que la que existeix a sota terra.

S'actua concentrant aquesta energia per produir una temperatura útil en un sistema de calefacció domèstic utilitzant un generador de calor i el mínim d'electricitat necessari per facilitar el procés de traspàs tèrmic.

L'energia geotèrmica és una fórmula energètica econòmica que utilitza una font de energia lliure i que es renova de forma constant i automàtica. Alhora és ecològica i natural, no produeix cap contaminació utilitza el mínim consum elèctric per garantir la màxima comoditat en un sistema de calefacció.

❖ SISTEMES GEOTÈRMICS

A. SISTEMA HORIZONTAL TERRA

Un captador de tub de coure recobert per un polietilè extrusionat especial es l'enginy que s'utilitza per extreure l'energia del sòl, fent que un flux de líquid refrigerant circuli a través del circuit. La calor és conduïda pel líquid refrigerant cap a una bomba que allibera l'energia necessària per proporcionar calefacció a l'edifici.

Aquesta calor es transmet a tot l'edifici mitjançant un sistema de calefacció d'aigua calenta.

Aquest sistema permet :

- Control de la temperatura independent per cada espai
- Excel·lent relació qualitat / preu en calefacció
- Refrigeració per l'estiu (opcional).

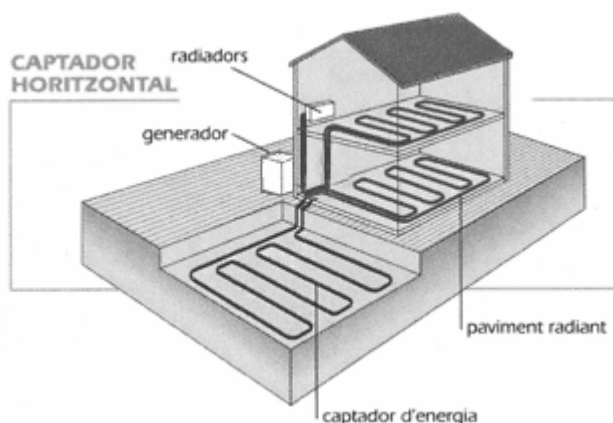


Figura 14. Sistema horitzontal terra

B. SISTEMA VERTICAL AIGUA

En aquest sistema, l'aigua amb glycol anticongelant s'utilitza per emmagatzemar i transportar l'energia. El calor es condueix mitjançant la bomba de calor, alliberant

d'aquesta manera l'energia necessària per activar els sistemes de calefacció de l'edifici.

Aquest sistema permet :

- Utilitzar un flux d'aigua soterrani o un broll d'aigua com a font de energia
- Utilització d'un captador vertical [antena] si la superfície de sòl disponible és insuficient

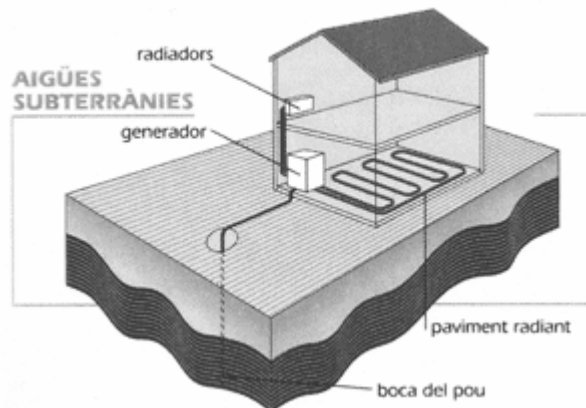


Figura 15. Sistema vertical aigua.

C. SISTEMA VERTICAL TERRA

És el sistema de captació geotèrmica més recomanable. Utilitza la sonda a profunditat. És l'opció més cara però es té de tindre en compte que als 30 metres de profunditat la temperatura és constant durant tot l'any, rondant els 17 °C graus, i per cada 100 metres de profunditat la temperatura augmenta 3 °C, amb la qual cosa el subministrament de calories aquesta sempre assegurat i el consum de l'aparell serà més baix i regular.

Les sondes tancades disposen d'un líquid refrigerant en el seu interior, sempre és el mateix líquid en moviment dintre d'un circuit.

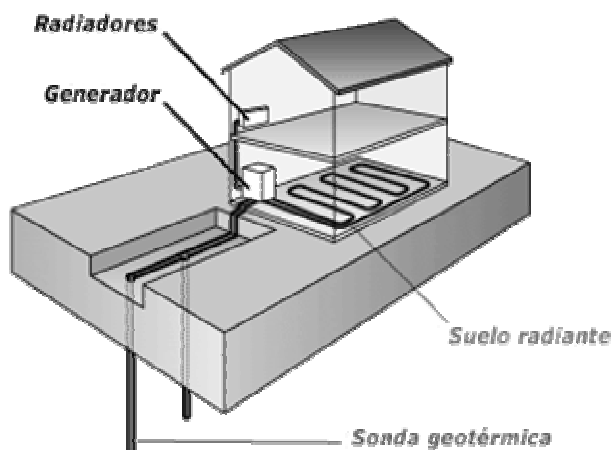


Figura 16. Sistema vertical terra.

❖ CIRCUITS DE TRANSMISSIÓ DEL CALOR

Disposem de diferents circuits de transmissió del calor depenent del tipus d'instal·lació.

[FLUID - FLUID]

És un sistema anomenat també d'expansió directa.

La transmissió del calor es porta a terme a través d'un fluid frigorífic dins d'un circuit tancat, constituint dos circuits un per el captador i l'altre pel paviment radiant. El captador exterior actua com a evaporador i el paviment radiant com a condensador.

El generador es pot instal·lar a qualsevol lloc a l'exterior o a l'interior i es compona d'un compressor i una vàlvula d'expansió principalment.

El sistema proporciona un gran rendiment amb una superfície de extracció mínima, resulta molt econòmica la instal·lació.

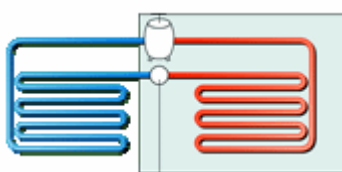


Figura 17. Fluid – Fluid

[FLUID - AIGUA]

El sistema fluid-aigua és una combinació dels sistema fluid – fluid i aigua-aigua.

Es basa en l' utilització d'un circuit frigorífic pel captador exterior i un circuit hidràulic al paviment radiant o interior. El generador és format per un compressor, una vàlvula d'expansió i un condensador que permet utilitzar l'energia alliberada al paviment radiant.

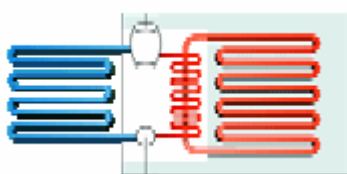


Figura 18. Fluid - Aigua

El sistema permet la utilització de radiadors o ventilo-convectors.

[AIGUA - AIGUA]

Aquest sistema es basa en dos circuits hidràulics, l'un per el captador i l'altre pel paviment radiant.

El generador es compona d'un compressor, un circuit frigorífic i dos circuits hidràulics un per l'evaporador i l'altre pel condensador.

El sistema permet utilitzar radiadors, ventilo-convectors, climatitzar la piscina, aigua calenta sanitària i és reversible.

Es destaca a més per ser polivalent respecte als tipus de captació d'energia ja sigui horitzontal per captadors i vertical per sondes geotèrmiques o utilitzant l'aigua subterrània o pròxima a un riu.

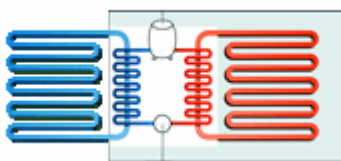


Figura 19. Aigua - Aigua

El sistema aigua-aigua és el sistema que pot donar millors rendiments en quan a consum i a la vegada incorporar moltes opcions.

2.8.3.1.3. Elecció del sistema de generació d'energia

❖ AVANTATGES I DESAVANTATGES DE L'ÚS D'ENERGIA SOLAR PER A CALEFACCIÓ

- Avantatges.
 - El subministrament d'energia solar per a calefacció a baixa temperatura en edificis és gratuït i es troba disponible de manera natural en dies assolellats.
 - No hi ha emissió de diòxid de carboni a l'atmosfera i els impactes ambientals per la contaminació d'aire i aigua són baixos.
- Desavantatges.
 - Elevats costos inicials d'instal·lació.
 - Alguns equips per a l'aprofitament de l'energia solar es fabriquen amb caràcter comercial des de fa només dues dècades, per tant, encara són força cars i en alguns casos tecnològicament immadurs.
 - Necessiten d'una altra font energètica de suport si es vol assegurar el subministrament continu i el nivell de consum actual.
 - No es pot utilitzar per a refrigerar.

❖ AVANTATGES I DESAVANTATGES DE L'ÚS D'ENERGIA GEOTÈRMICA PER A CALEFACCIÓ

- Avantatges
 - Un dels aspectes a destacar dels sistemes geotèrmics és l'estalvi d'energia. De cada 1 kW que es paga s'obté 4 kW d'energia disponible per la instal·lació, això fa que el 75 % de l'energia utilitzada sigui gratuïta.
 - Les instal·lacions no tenen manteniment, la posada en marxa és equivalent a una instal·lació convencional (gas, gasoil) i el cost d'execució pot ser lleugerament superior tenint en compte les prestacions.
 - El fet de no produir combustió és una garantia pel medi ambient i que s'afegeix a un diferencial elevat entre producció i consum.
 - Es pot utilitzar tant per a calefactar, com a refrigerar.

- A més, l'energia geotèrmica ofereix un flux constant de producció d'energia al llarg de l'any, perquè no depèn de variacions estacionals com la radiació solar.
- Desavantatges
 - És necessària una inversió inicial bastant forta per a la perforació dels pous i soterrar totes les conduccions. En qualsevol cas, es tracta d'un sistema molt net, i la inversió inicial s'amortitza al cap de pocs anys.

❖ AVANTATGES DE L'ENERGIA GEOTÈRMICA EN FRONT A L'ENERGIA SOLAR TÈRMICA

ENERGIA GEOTÈRMICA	ENERGIA SOLAR TÈRMICA
Autosuficient	Necessita font d'energia de suport
Calefacció i refrigeració	Només calefacció
De cada 1 kW que es paga s'obté 4 kW d'energia disponible	Tecnològicament immadurs
Els seus recursos són inesgotables	Els seus recursos són inesgotables
Instal·lacions silencioses, netes i amb llarga vida útil	Instal·lacions silencioses, netes i amb llarga vida útil

Taula 5. Avantatges de l'energia geotèrmica en front a l'energia solar tèrmica

La conclusió a la que s'arriba és que el sistema de generació d'energia que més encaixa en les necessitats del projecte és el de energia geotèrmica, ja que és autosuficient i el podem utilitzar per a calefactar i refrigerar.

2.8.3.2. Sistemes de distribució de la calefacció i refrigeració

En aquest apartat se fa una síntesis dels sistemes de distribució més adequats per a funcionar a baixa temperatura (40 °C – 45 °C) amb una bomba de calor geotèrmica.

El sistema tradicional de calefacció que és el que funciona amb radiadors, no és aconsellable utilitzar, perquè el seu marge de temperatures és de 50 °C – 60 °C, superior al que produeix la bomba de calor geotèrmica.

El sistema de distribució de refrigeració tindrà de funcionar amb aigua, ja que la bomba de calor geotèrmica és aigua-aigua.

En la refrigeració el interval de temperatures esta comprés 12 °C – 7 °C.

2.8.3.2.1. El terra radiant

Si podem mantenir alguna superfície interior de l'edificació -sòl, parets o sostre- a una temperatura controlada, freda o calenta, per a contrarestar el calor o el fred que penetra transmetent-se a través dels tancaments, o per renovació i infiltracions d'aire

exterior, aquesta superfície establiria intercanvis de calor per radiació amb el cos humà i amb la resta de superfícies i elements que es troben dintre de la seva ràdio de «visió» i intercanvis convectius amb l'aire de l'ambient. Quan el sistema de climatització es basa en l'anterior diem que tenim un sistema de calefacció o refrescament per superfície o superfícies radiant.

Al principi dels noranta va aparèixer la utilització dels sistemes radiant com sistemes de refrescament. La temperatura del cos humà està sobre els 36,5 °C i en la superfície de la pell és aproximadament de 32°C. Aquest radiarà energia procedent dels processos metabòlics a l'ambient amb més facilitat si baixem la temperatura de les superfícies que li envolten. Això es pot aconseguir fent circular aigua freda per les canonades embotides. La possibilitat d'usar la mateixa xarxa de canonades inserides en el paviment per a calefacció i refrigeració per radiació augmenta encara més, si cap, el seu mercat. El límit de refredament de les superfícies ho tindrem en la temperatura de rosada de l'aire ambient, que serà funció del seu contingut en humitat, a fi d'evitar les condensacions d'aigua. Una variant d'aquest sistema és la instal·lació en falsos sostres de panells freds pels quals circula aigua procedent de màquines refredadores, bombes de calor aire - aigua o bombes de calor aigua - aigua.



Figura 20. Terra radiant.

La superfície en la qual és més fàcil implementar un sistema radiant és el sòl. Les parets presenten el problema que es cobreixen amb mobles i altres elements. El sostre és una mica menys eficient atès que les canonades no s'emboliquen en morters sinó que es munten en una càmera d'aire que és la qual intercanvia la calor amb el material de construcció, a més a més l'intercanvi convectiu del sostre és més desfavorable, no obstant això, per a sistemes de refrescament el sostre és el lloc idoni, doncs a més a més de l'intercanvi per radiació l'intercanvi convectiu es veu afavorit.

Des del punt de vista del confort és idoni poder controlar la temperatura de totes les superfícies que envolten el subjecte, doncs si el cos humà emet radiació calòrica de manera uniforme en totes les direccions es produirà una millor sensació de benestar. A més a més, des de la perspectiva de l'estalvi energètic, la temperatura de treball del fluid podrà ser inferior per a l'efecte de calefacció i superior per a l'efecte de refrescament si les superfícies bescanviadores són parets, terres i sostres. No obstant, la inversió necessària per aconseguir aquest objectiu limita evidentment la instal·lació a la utilització del terra en la majoria dels casos i ocasionalment al sostre, sobre tot pel cas de sostres freds.

En els gràfics de la Figura 21 es pot observar la distribució de temperatures d'una calefacció ideal i les dels diferents sistemes de calefacció. Com es pot veure, el sistema que més s'aproxima a l'ideal és el del paviment radiant. Es sap per pròpia experiència que la sensació de fred normalment es comença a notar pels peus, d'aquí l'ús estès del braser, fins i tot en vivendes que disposen de calefacció per aire o radiadors. Per una altra banda, si a l'alçada del cap la temperatura és excessiva les persones tenen sensació de malestar, entre altres causes degut a la respiració d'aire calent. Si a l'alçada dels peus hi ha 24°C i a 1,80 m del terra 18°C, les persones estaran confortables respirant aire fresc.

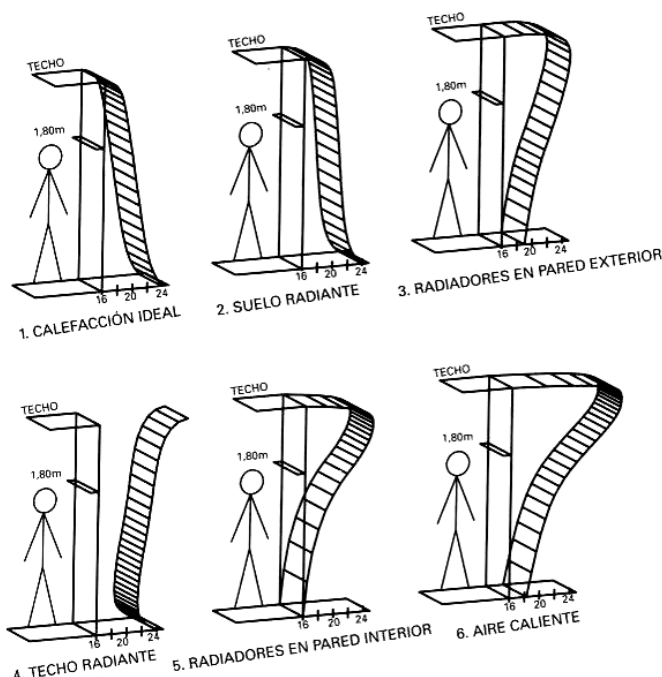


Figura 21. Distribució de temperatures segons l'alçada per a diferents sistemes de calefacció

❖ CARACTERÍSTIQUES DIFERENCIADORES DEL TERRA RADIANT

Les diferències fonamentals amb la resta dels sistemes de calefacció són les següents:

- La temperatura de treball de l'aigua està entre els 30 i 50 °C, no supent mai els 55 °C. Els sistemes de radiadors funcionen amb aigua entre 70 i 90 °C. Aquesta característica fa possible la utilització de generadors de calor a baixa temperatura com poden ser les bombes de calor o els panells solars.
- El local calefaccionat amb aquest sistema la temperatura és molt uniforme. No existeixen zones fredes o zones calentes com passa amb calefaccions per aire o per radiadors.
- L'absència en parets i sostres d'emissors de calor permet més versatilitat en les propostes de decoració i disposició del mobiliari.
- La velocitat de circulació de l'aire no supera els 0,05 m/s, amb lo que no hi ha moviment de pols ni ennegreixen de parets i cortines.

- Des del punt de vista de la salut disminueix la probabilitat de contraure afeccions respiratòries, al no existir pràcticament corrents d'aire i al no incloure de manera important a la humitat relativa, ja que treballa amb una temperatura seca de l'aire ambient de almenys dos graus per sota que amb altres calefaccions. En vivendes i escoles bressol amb nens aquests contreen menys refredats ja que bona part del temps el passen al terra. Evita el mal de cap i atordiment provocat per aire excessivament calent al voltant del cap, es mantenen els peus calents i el cap serà.
- En locals amb sostres alts com esglésies, auditoris, teatres, cinemes, etc., l'estalvi energètic és substancial, ja que es treballa amb una temperatura de l'aire ambient inferior almenys en 2°C als sistemes que utilitzen exclusivament aire com a vehicle portador de calor. Cal tenir en compte que en aquests edificis el volum a tractar és molt elevat i per circulació natural s'acumula en les zones més altes de l'edificació.
- Un sistema radiant compleix millor que cap altre amb les condicions interiors de benestar tèrmic establertes al RITE en la seva ITE 02.2.1, en el que es fa referència al gradient tèrmic segons l'alçada i la velocitat de circulació de l'aire.
- Tenint en compte que en l'interval de temperatures ambient de 20 a 28°C el cos humà bescanvia un 30% de calor per convecció, un 40% per radiació i un 25% per evapotranspiració. De manera que escalfant o refredant superfícies grans augmentarem l'eficàcia dels bescanvis entre el cos i l'entorn.

❖ CAUSES DE L'ESTALVI ENERGÈTIC D'UNA CALEFACCIÓ PER TERRA RADIANT

A més de les característiques enumerades a l'apartat anterior, una de les principals avantatges d'un sistema radiant és l'estalvi energètic que produeix en comparació amb altres sistemes que utilitzen el mateix tipus d'energia primària. Podem enumerar les següents causes de la seva eficiència energètica:

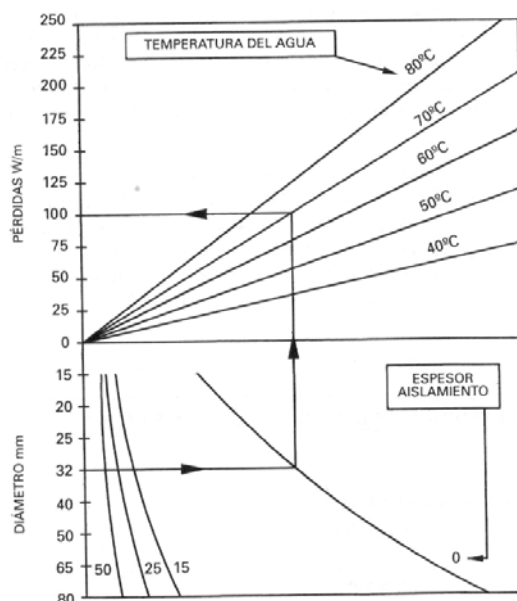


Figura 22. Pèrdues de calor en canonades.

- **Menor temperatura de l'aigua de distribució.** La temperatura a les canonades generals és com a mínim 25°C inferior a la d'altres sistemes, de

manera que quan aquestes passen per dependències o zones que no necessiten calor disminueixen considerablement les pèrdues. A la gràfica de la Figura 22 s'observa la relació existent entre la temperatura de l'aigua, el diàmetre de la canonada, l'espessor de l'aïllament utilitzat i les pèrdues en W/m lineal de tub.

- **Menor temperatura del sostre.** El sostre d'una habitació amb terra radiant està a una temperatura inferior en 6°C a la d'altres sistemes, podent arribar fins a 10°C menys. És a dir, que amb una calefacció convectiva, ja sigui per radiadors, ventilo-convectors o per bomba de calor, i per aquests paràmetres tèrmics, es perd aproximadament un 50% més de calor pel sostre.
- **Menor temperatura de l'aire de l'ambient.** Amb una calefacció per terra radiant es pot tenir l'aire al voltant de 20°C per a sentir confort, mentre que per radiadors l'aire ha d'estar a uns 22°C. Quan es ventila voluntàriament el local o es produeixen renovacions incontrolades de l'aire interior, es llença la calor continguda en el mateix. És a dir, que en les condicions descrites, al ventilar un local calefaccionat per terra radiant es perd aproximadament un 17% menys de calor que si aquest està calefaccionat per radiadors.
- **Aprofitament de les aportacions gratuïtes de calor.** L'efecte contrari i positiu de la major inèrcia tèrmica en quant al consum energètic és el de l'autorregulació. El terra és capaç d'aprofitar les aportacions gratuïtes de calor com les procedents de la radiació solar, d'aparells que emeten calor, de làmpades halògenes o d'un augment brusc del nombre persones.

D'aquesta manera l'estalvi obtingut és del 3,4%. S'arriba a la conclusió que l'estalvi dels sistemes de terra radiant és molt més important que en els sistemes convectius.

Segons això és evident la incidència del consum de combustibles, sobre tot en llocs com teatres i auditoris, on irromp bruscament un nombre considerable de persones, i en els quals els sistemes convectius tenen dificultats per adaptar-se ràpidament a la nova situació.
- **Capacitat de redistribució de la calor.** Encara que difícilment quantificable, quan per incidència de la radiació solar, o per algun altre factor més o menys circumstancial, es produeix una aportació gratuïta de calor o fred en una zona del terra o superfície radiant.

❖ APLICACIONS DEL TERRA RADIANT

Es poden proposar a mode d'exemple els següents usos:

- **Locals habitats d'ús públic o privat:**
 - Vivendes unifamiliars
 - Vivendes multifamiliars
 - Centres d'ensenyament
 - Escoles bressol

- Locals d'altura elevada, esglésies, naus, indústries, etc. En aquests locals la calefacció per aire o per radiadors provoca enormes consums d'energia a l'haver d'escalfar grans volums d'energia.
 - Piscines cobertes, per escalfar les zones d'estança i trànsit.
 - Sales i passadissos d'hospitals
 - Centres de treball i oficines en general
 - Edificis emblemàtics en rehabilitació
 - Hotels
 - Edificis ja construïts en reformes, sempre que l'altura dels sostres ho permeti i el forjat estigui en condicions de suportar el pes afegit.
- **Espais coberts dedicats a l'agricultura:**
- Hivernacles, per mantenir unes temperatures mínimes de l'aire, afavorint la floració i la fructificació.
- **Allotjaments ramaders, per augmentar rendiments:**
- Estables
 - Granges de porcs
 - Granges avícoles
- **Superfícies no cobertes:**
- Andanes de ferrocarril, per eliminar la sensació de gelor als peus.
 - Camps de futbol, per evitar el gel.
 - Terrasses, terrats i teulades, per evitar l'acumulació de neu.
 - Voreres en zones molt fredes, per evitar accidents.

❖ CARACTERÍSTIQUES CONSTRUCTIVES DE UN TERRA RADIANT

Constructivament, un terra radiant ve representat mitjançant el tall en secció de la Figura 23.

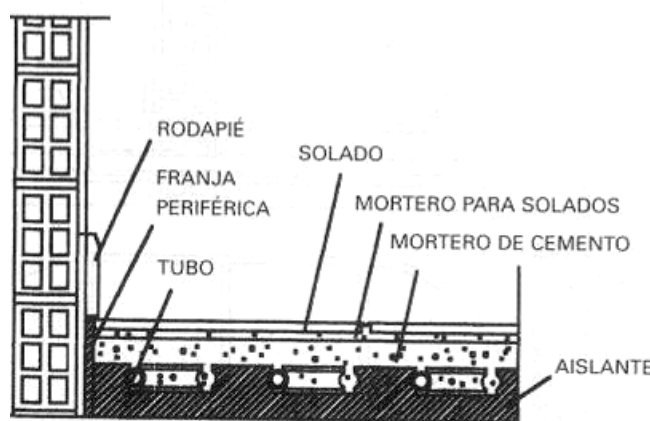


Figura 23. Tall en secció d'un terra radiant

- A la zona inferior dels envans i dels murs exteriors es col·loca una banda de material aïllant flexible de no més de 1 cm d'espessor, que arribarà fins al nivell de la solera. Aquesta tira lateral elimina la unió sòlida del morter i el solat amb l'envà.

- Sobre el forjat van col·locades planxes d'aïllament, amb espessor de 2 a 4 cm, de material sintètic o mineral amb densitat suficient com per suportar sobradament les càrregues de pressió habituals en una vivenda i, si el terra és industrial i ha de suportar maquinària o objectes de molt pes, caldrà tenir-ho en compte a l'hora d'escollir el material aïllant base més adient, en quant a densitat i resistència a la compressió es refereix. A l'aplicar el morter fresc, per evitar la seva penetració pels intersticis entre panells aïllants si aquests no van matxembrats, o entre els panells i la franja perimetral es sol utilitzar una làmina prima de plàstic que es col·loca sobre l'aïllant, o muntada entre la franja perimetral i l'aïllament base. Quan la humitat pot penetrar pel forjat i ser absorbida per l'aïllament guanyant aquest conductivitat es pot utilitzar també una capa prima de plàstic com a barrera antivapor. Aquest últim fet pot fer-se en zones de les estances que es trobin sobre balconades o voladissos.
- Sobre l'aïllament es distribueixen les canonades, normalment de no més de 20 mm de diàmetre. El morter format per la mescla de ciment, arena, aigua i un additiu especial les envolta, quedant una capa per sobre d'elles amb un mínim, excepte en casos especials, de 4 cm. I per últim es situa el solat de qualsevol material dels utilitzats habitualment, des del granit fins al parquet. El que no s'ha de fer mai és col·locar una tarima que deixi una cambra d'aire entre el morter i el solat.
- Si el tub ha de travessar algun envà o tancament, és necessari envainar-lo en un altre tub concèntric de diàmetre suficient com per a que existeixi un cert joc. Això protegeix de fregaments indesitjats, amb arestes de totxo o altre material, al contraure i dilatar amb els canvis de temperatura. De la mateixa manera és convenient enfundar-lo quan discorre transversalment a les juntes de dilatació del paviment i a la corba d'ascens o descens. Poden utilitzar-se com a fundes o vaines trams de tub corrugat resistent, del que s'utilitza en la canalització de cables, trams de PVC flexible de 32 o 40 mm, del que s'utilitza en les canonades d'evacuació en instal·lacions sanitàries, etc.

❖ ELEMENTS FONAMENTALS DE LES INSTAL·LACIONS

A. CANONADES PLÀSTIQUES

Encara que les primeres canonades que es van utilitzar en sistemes radiants per sòl van ser metàl·liques, ferro primer i coure després, actualment les instal·lacions es realitzen amb canonades de plàstic resistents a temperatures de treball fins i tot superiors als 100 DC; són les cridades canonades termoplàstiques. Està ja estès l'ús de tres tipus de canonades de plàstic, aquests són: polipropilè copolímer (PP-c), polipropilè (PB), o polietilè reticulat (PER o VPE). Els tres materials són polímers formats per macromolècules que al seu torn estan formades per la concatenació d'unitats o monòmers de molècules orgàniques de menor grandària.

El tub de polipropilè té el gran avantatge que pot soldar-se amb facilitat per polifusió, tant diàmetres petits com grans, amb una màquina-eina cridada polifusor. A més, existeixen en el mercat accessoris de tot tipus -mangotets, colzes, etc. - que poden soldar-se entre si i a la canonada per a possibilitar qualsevol tipus de muntatge. Al poder realitzar unions soldades del tub de polipropilè podem aprofitar fins a l'últim metre de rotllo sense haver de rebutjar-lo per no ser suficient per a realitzar un circuit complet. El tub de polipropilè copolímer és el més rígid dels tres plàstics, pel que per a

la realització de corbes tancades -petit ràdio de curvatura- és necessari omplir-lo d'aigua calenta o insuflar-li aire calent.

La canonada de polibutilè presenta gran resistència a la temperatura, podent treballar fins a 80°C sense problemes d'envelliment. El seu gran avantatge estriba en la major flexibilitat respecte dels altres dos plàstics esmentats, el que fa més fàcil el muntatge.

D'altra banda, el polietilè reticulat és el més resistent a la temperatura, té una flexibilitat intermitja i presenta la major conductivitat tèrmica, per la seva relació qualitat/preu és el més usat en l'actualitat en aquest tipus d'instal·lacions. El polietilè reticulat utilitzat per a instal·lacions hidrosanitàries i de calefacció no té les mateixes característiques físiques que l'utilitza't en les xarxes de gas, que és de major espessor i densitat, o que l'utilitza't per a aigua freda o reg que no és reticulat, pel que no devem confosos. Els diàmetres comercials útils i habituals per a aquest tipus d'instal·lacions són el de 2/16 mm (16x2) i el de 16/20 mm (20x2), corresponent en aquesta nomenclatura el primer nombre al diàmetre interior i el segon al diàmetre exterior (o bé, entre parèntesi, diàmetre exterior i espessor de paret).

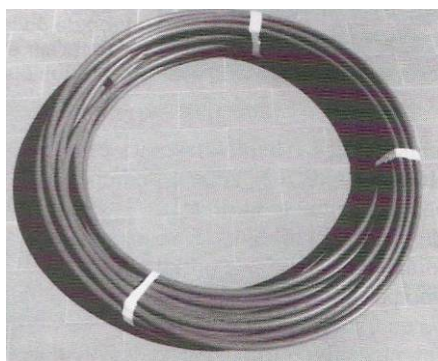


Figura 24. Rotllo de canonada de plàstic de 20x2.

B. AÏLLAMENTS

Per a evitar que la calor es propagui cap avall cal col·locar un aïllant entre el forjat i el morter que cobreix els tubs. El material més emprat per a aquesta fi és el poliestirè expandit d'alta densitat, amb una densitat superior a 20 Kg/m³. Aquesta és la densitat mínima perquè suporti sense deformacions la llosa del paviment i tot el que es trobi sobre ella. A més del poliestirè expandit d'alta densitat existeixen en el mercat altres materials que poden usar-se com aïllament base tals com el P.V.C. expandit (clorur de polivinil), la llana de roca, el poliuretà, etc.

Quan es pretenen aïllar les pèrdues per sostre, per al cas de sostres freds o calents, llavors el requisit de densitat és menys important, encara que això no vol dir que no ho tinguem en compte, pel que pot afectar a la conductivitat tèrmica, que és la principal propietat d'un material aïllant.

Les diferents cases comercials ofereixen variats sistemes d'aïllament de sòl amb espessors generalment compresos entre 2 i 4 cm, així tenim:

- a) Planxes llises de poliestirè expandit d'alta densitat sense encadellar.
- b) Planxes llises de poliestirè expandit d'alta densitat encadellades que es solapen unes amb unes altres pel lateral.

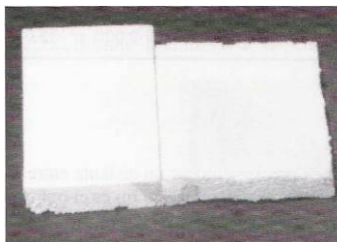


Figura 25. Detall d'aïllament de poliestirè expandit d'alta densitat encadellat

c) Planxes amb tetons per a guiar el tub a les distàncies adequades i servir de sistema de fixació.

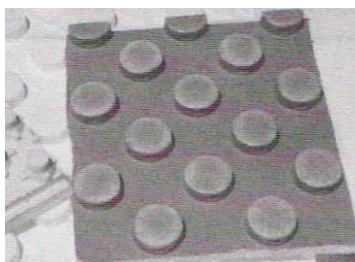


Figura 26. Detall d'aïllament de planxes amb tetons

d) Planxes especials de molt alta densitat amb capes rígides de clorur de polivinil o de polietilè per a suportar pesos importants.

e) Planxes en rotllos que incorporen làmines de paper Kraft, film d'alumini i film de polietilè.

f) Planxes de petit espessor i de molt alta densitat, per a llocs en els que tenim limitada l'alçada.

C. SISTEMES DE FIXACIÓ

Al desenrotllar la canonada sobre l'aïllant base és necessari fixar-la al mateix. Qualsevol sistema de fixació del tub a l'aïllament pot ser vàlid sempre que no es provoquin fregaments que poguessin deteriorar les parets del tub en els seus esforços de dilatació i contracció, a causa de els habituals canvis de temperatura.

Citem alguns dels més usuals per ordre cronològic d'aparició i ús:

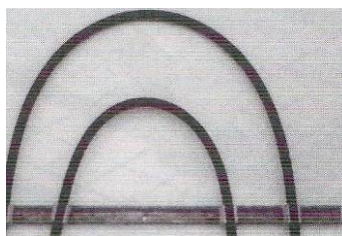


Figura 27. Sistema de fixació amb guies i grapes

- **Fixació amb guies i grapes:** amb tacs i cargols en el forjat es fixen sobre el aïllament basi unes guies metàl·liques o de plàstic que duen incorporades, o sobre les quals s'encaixen, unes grapes que al seu torn serveixen per a la fixació del tub. Amb aquest sistema només podem distribuir el tub en serpentin, ja que no és possible fer-la en espiral.

- **Fixació amb grapes:** consisteix en unes grapes que es rosquen sobre l'aïllament i en les quals s'encaixa posteriorment el tub. Aproximadament s'ha de col·locar una grapa per cada metre lineal, i de 2 a 3 grapes en cada canvi de direcció de 90° i de 3 a 4 quan la direcció és de 180°. Donada la debilitat d'aquesta unió, sobretot si s'usa aïllament de 2 cm d'espessor, cal anar amb compte amb les tensions dels tubs en les corbes per a evitar que saltin les grapes abans de tapar-los amb el morter. Solen presentar-se les grapes amb una profunditat d'inserció superior a 2 cm, pel que per a espessors menors d'aïllament és necessari tallar-les.

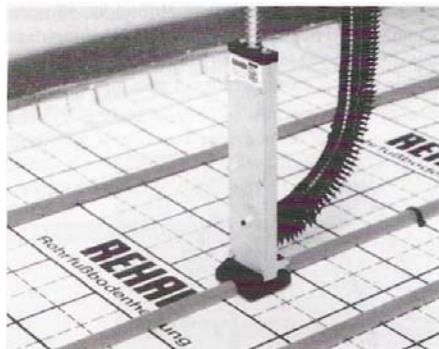


Figura 28. Sistema de fixació amb grapes

- **Fixació amb grapes arpó:** les grapes es col·loquen amb una eina especial ai mateix temps que es desenrotlla el tub. Aquest sistema permet una posició més alçada dels operaris, el que disminueix la fatiga en el treball.

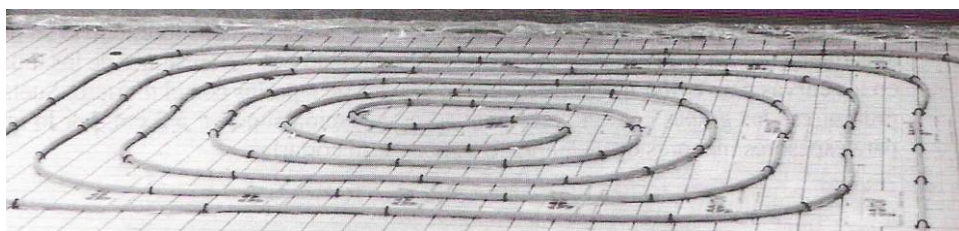


Figura 29. Sistema de fixació amb grapes arpó

- **Fixació incorporada en l'aïllament:** les planxes incorporen uns tetones entre els quals s'encaixa el tub (Figura 29). No obstant això, de vegades cal completar l'ancoratge amb alguna grapa, sobretot en les corbes de 180°, ja que en aquestes de vegades el tub tendeix a aixecar-se. Aquests sistemes duen també unes bandes sortints estretes que sobresurten de la base perquè el tub quedi separat de l'aïllament uns mil·límetres, a fi de que el morter ho emboliqui totalment. Aquest sistema de placa base amb tetó i sistema de fixació incorporat és el més usat en l'actualitat.

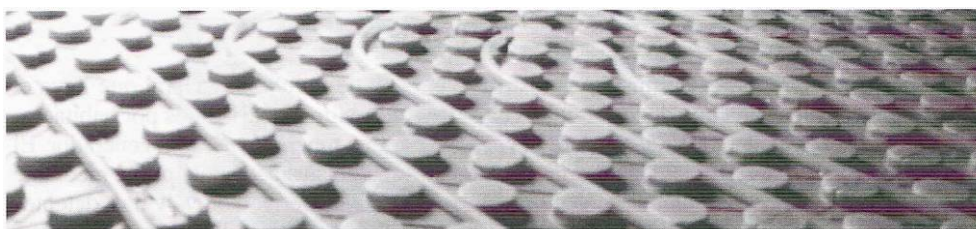


Figura 30. Sistema de fixació incorporada en l'aïllament

D. BANDA PERIMETRAL

És una banda de material aïllant que separa la llosa de morter i el solat de les parets, assolint que aquest sigui un paviment flotant, facilitant la dilatació del mateix i pal·liant l'efecte de fugida de calor a causa del pont tèrmic del sòl amb les parets i tancaments laterals. La temperatura de treball dels sistemes radiants no implica risc de trencament del solat per efectes de dilatació; els materials petris i ceràmiques tenen baixos coeficients de dilatació tèrmica. El material per a la banda perimetral pot ser poliuretà, poliestiré expandit o algun altre material aïllant. El seu espessor no sol ser superior a 10 mm i la seva altura de 10 a 16 cm.

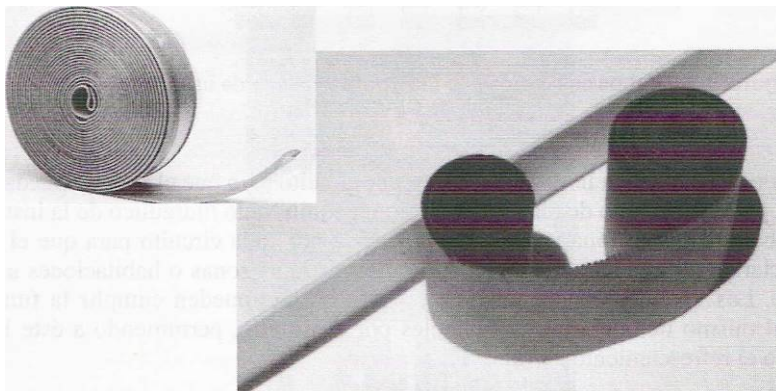


Figura 31. Alguns tipus de tires laterals o banda perimetral

E. EL DISTRIBUÏDOR

Com el seu nom indica la seva missió és distribuir l'aigua de la canonada general que duu l'aigua calenta o freda a cadascun dels circuits emissors, normalment dividits per habitacions, i recollir l'aigua dels circuits per a retornar-la per una canonada general al generador. El distribuïdor està compost per dues canonades horitzontals paral·leles subjectades a la paret mitjançant un suport, canonades anomenades col·lectors i que acoblen les vàlvules, detentors, purgadors, termòmetres, aixetes de buidats i cabalímetres, i de les que surten les canonades que cap al terra (Figura 32). Un dels tubs col·lectors s'anomena d'anada i l'altre de tornada.

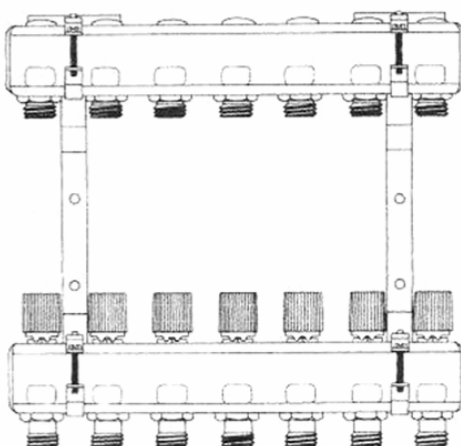


Figura 32. Tubs col·lectors que incorporen vàlvula d'usuari i detentor.

Els distribuïdors porten un detentor de circuit per regular el cabal de pas i realitza l'equilibrat hidràulic de la instal·lació, i una vàlvula manomètrica en cada circuit perquè

l'usuari pugui connectar o desconnectar la calefacció de les diferents zones o habitacions. Hi ha vàlvules que poden complir les dues funcions alhora.

Els purgadors permeten l'evacuació de l'aire de les instal·lacions, se n'ha de situar un en el col·lector d'anada i un altre en el de tornada.

En cada tub col·lector se li col·loca una vàlvula a l'entrada i una altra a la sortida, per aïllar-los de la resta de la instal·lació.

A més, hi ha col·lectors que incorporen termòmetres i cabalímetres (Figura 33).

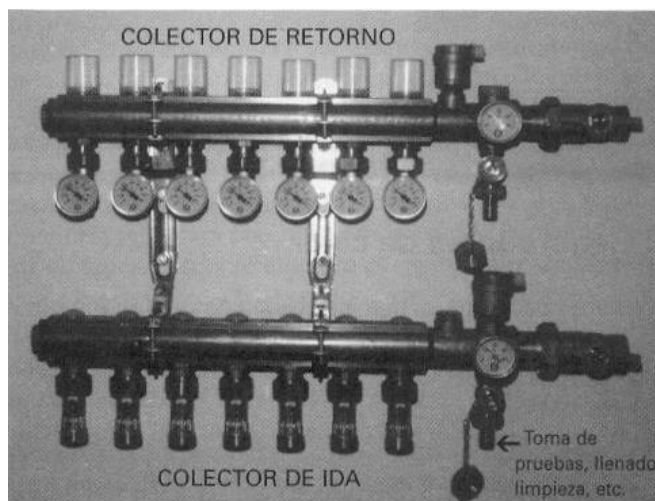


Figura 33. Distribuidor de circuits complet amb vàlvules micromètriques i detentors integrats en els tubs col·lectors.

F. GENERADORS DE CALOR

Podem dir que en una instal·lació de calefacció per sòl radiant pot usar-se Qualsevol dels aparells existents per a produir aigua calenta per a calefacció tals com: calderes de gasoli, calderes de gas, xemeneies recuperadores, bombes de calor aire-aigua, calderes elèctriques i col·lectors solars. No obstant això, poden ser més simples els sistemes que incorporin generadors de calor que puguin treballar amb temperatures d'aigua de 30 a 50°C. Això compleixen les calderes de gas, les bombes de calor i les calderes elèctriques. També són molt apropiats els col·lectors solars tèrmics de placa plana, atès que per la seva temperatura de treball s'adapten perfectament als requeriments tèrmics de l'aigua de circulació.

❖ TIPUS DE CIRCUITS

Existeixen tres tipus principals de configuracions de circuits de canonades per a la calefacció sota terra. En general, quan es formulen els plànols de la disposició de les canonades, s'hauria de tenir el compte el fet de dirigir el flux d'alimentació cap a les parets externes o cap a altres àrees potencialment fredes.

- A. **Serpentí simple** (Figura 34), ofereix facilitat d'instal·lació de les canonades, però amb una distribució menys uniforme de la calor sobre la superfície del terra. Les variacions de temperatura es mantenen al mínim dins de zones petites. El salt tèrmic considerat entre anada i retorn ha d'estar entre 5 i 10°C per aconseguir una temperatura del terra el més uniforme possible. El seu

desavantatge és que té radis de curvatura petits, de manera que per instal·lar-la es recomana un tub molt flexible. Es mostra una gràfica on es representa la distribució de temperatures de l'aigua d'anada i retorn a l'interior del tub.

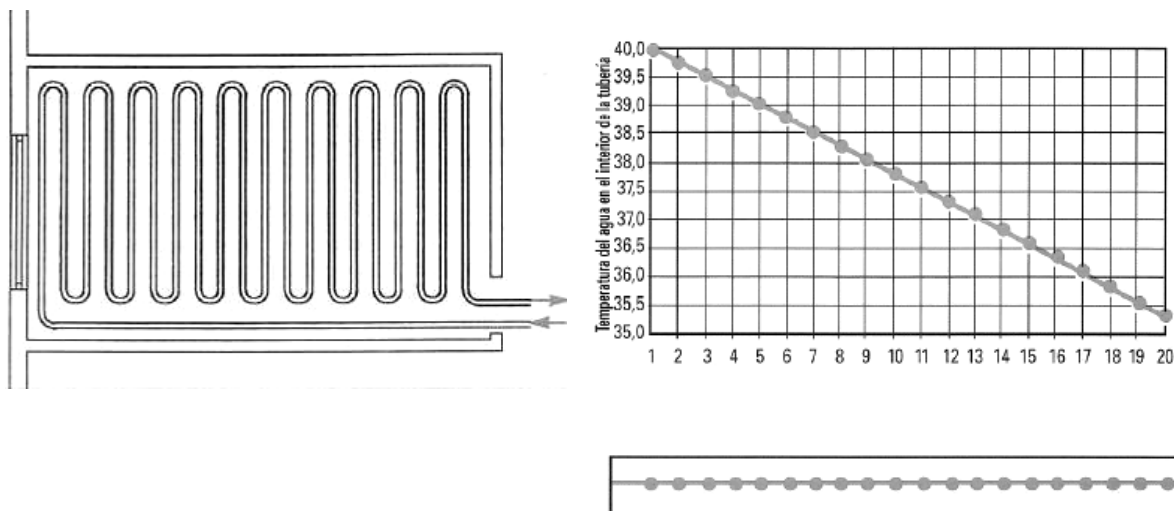


Figura 34. Distribució de serpenti simple i distribució de temperatures

- B. **Doble serpenti** (Figura 35) proporciona una temperatura mitjana uniforme, però amb una major variació de temperatura dins d'àrees petites. Aquesta configuració permet salts tèrmics majors entre anada i tornada (15°C) sense afectar significativament a la uniformitat de la temperatura del terra. Les característiques d'aquesta configuració consisteixen en que les canonades d'alimentació i retorn dels circuits de canonades estan disposats en paral·lel. Es mostra la distribució de temperatures d'aquesta configuració.

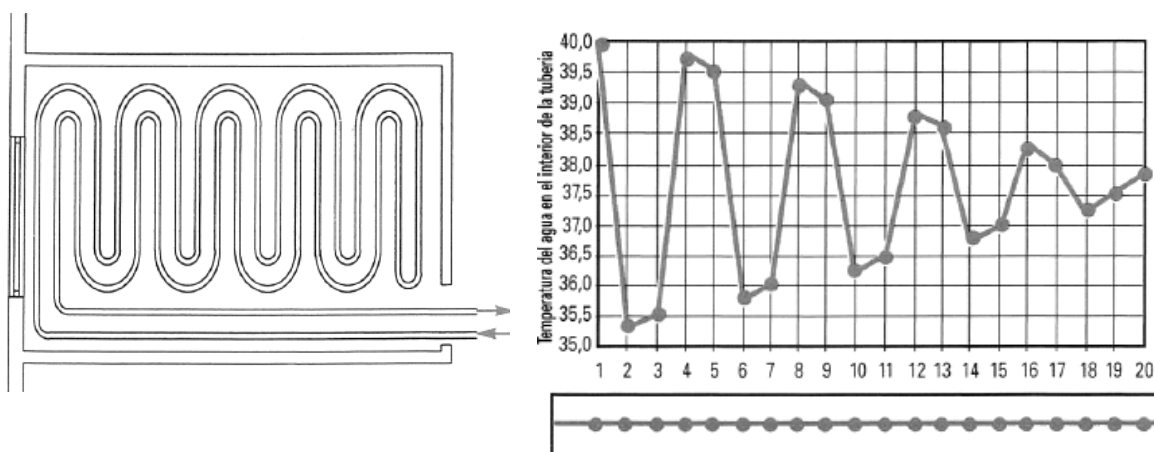


Figura 35. Distribució del doble serpenti i distribució de temperatures

- C. **Circuit en espiral** (Figura 36), proporciona una distribució de temperatura molt homogènia, però planteja major dificultat d'instal·lació. Aquesta configuració és adequada per a instal·lacions amb petita separació entre tubs. El circuit en espiral és bàsicament una variant de la B, però amb forma d'espiral, i com aquesta, permet salts tèrmics majors entre anada i retorn (15°C) sense afectar

significativament la uniformitat de la temperatura del terra. L'espiral s'adapta molt bé a les habitacions amb formes irregulars. Es mostra la distribució de temperatures del circuit. A més a més, els circuits en espiral també es realitzen de manera que, en les zones de l'habitació properes als finestrals, els tubs es col·loquen més junts. També existeix el circuit en espiral partida, idoni per a habitacions en les quals tres de les seves parets són exteriors, ja que els tubs d'anada s'envolten per les parets exteriors cap a l'interior de l'habitació, deixant un espai al centre per on poder deixar sortir el retorn.

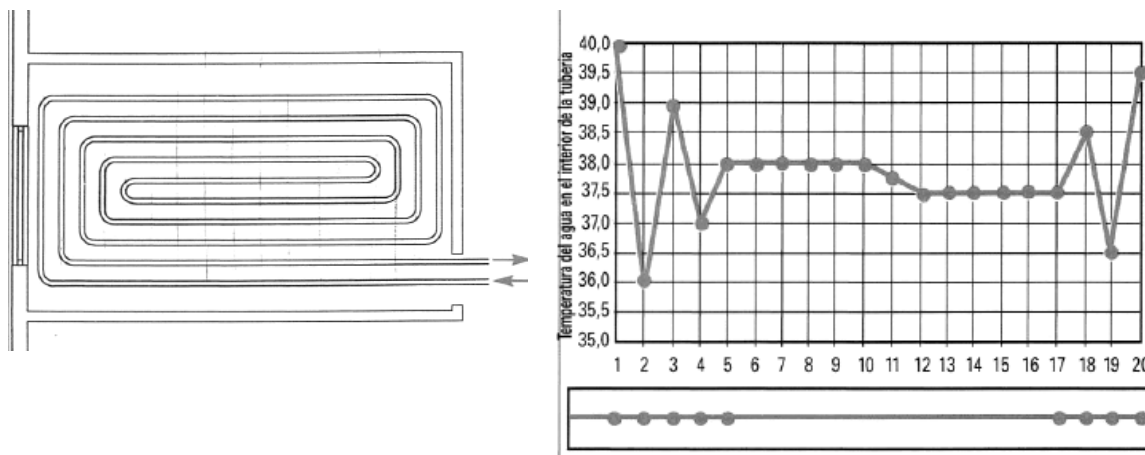


Figura 36. Distribució del circuit en espiral i distribució de temperatures

2.8.3.2.2. Sistemes de refrigeració

❖ INTRODUCCIÓ

L'aire condicionat se pot definir com un sistema o processos per controlar la temperatura, la humitat i la puresa de l'aire. El terme d'humitat es refereix a la quantitat de vapor d'aigua que pot ser transportat i suportat. Això es basa en que l'aire calent pot suportar més vapor d'aigua que el aire fred i mentre calenta l'aire es un procés simple, refredar-lo es més complicat, i requereix l'ús de la màquina especialment dissenyada. El refredament o escalfament de l'aire es realitza normalment passant-lo per un conjunt de tubs, algunes vegades anomenats "niu de tubs", o per una bateria de canvi de calor. Se pot incrementar l'àrea de la superfície disponible per qualsevol intercanvi de calor col·locant alteses circulars en l'exterior de cada tub en tota la seva longitud. La substància que produeix el escalfament o refredament circula pel interior dels tubs.

❖ MÈTODES DE TRANSFERÈNCIA DE CALOR

Hi ha tres mètodes per aconseguir la transferència de calor: com resultat d'un procés químic, la existència d'un gradient de temperatura, o un canvi en el estat d'una substància.

a. Transferència de calor degut a un canvi químic

La transferència de calor ocorre quan una substància té una gran afinitat amb un altra. Aquestes reaccions s'anomenen "exotèrmiques" quan el calor es cedeix i "endotèrmiques" quan el calor s'absorbeix.

b. Transferència de calor degut a gradient de temperatura

Aquesta és la forma de transferència de calor amb la que les persones estan més familiaritzades. La seva magnitud depèn del producte de la massa d'una substància, la seva calor específica i el valor del gradient de temperatura.

c. Transferència de calor degut a un canvi d'estat

Una substància pot existir de diverses formes i generalment aquestes es refereixen a les seves fases sòlida, líquida i vapor. Quan la substància en un procés de canvi de calor no canvia de fase (això és, sòlid roman sòlid, líquid roman líquid, i el vapor roman com vapor), llavors l'energia serà transferida només quan existeixi una diferència de temperatura. No obstant això, quan ocorre un canvi de fase, l'energia és transferida a una temperatura constant. En aquest cas, la quantitat d'energia que ha estat intercanviada es coneix en ambdós com entalpia de fusió, quan el canvi és de líquid a sòlid, o com entalpia d'evaporació, quan el líquid es transforma en un vapor.

Els enginyers han descobert que sempre que els intercanvis d'energia succeeixen per canvi de fase, els intercanviadors de calor que es necessiten són més petits que si la transferència ocorre com resultat d'un gradient de temperatura; en conseqüència, en l'aire condicionat arriba a ser comú utilitzar processos de fases de canvi per a intercanvis d'energia. Les diferents substàncies canvien de fase sota temperatures i pressions que difereixen àmpliament, i l'elecció del funcionament adequat d'una substància depèn de les condicions de l'interior de la màquina d'aire condicionat. S'han fabricat un complet rang de substàncies per a cobrir les necessitats de la indústria de transmissió de calor, i aquestes substàncies es coneixen com refrigerants, les versions de les quals més modernes es produeixen a partir d'hidrocarburs fluorats.

Aquests refrigerants es caracteritzen per noms bastant llargs, tals com diclorodifluorometano i pentaclorofluorometano. Per un acord, cadascun d'aquests hidrocarburs de fluor i molts altres refrigerants s'han classificat utilitzant la lletra 'R' (para refrigerants), seguits per una sèrie de números, el valor i la posició que generalment serveix per a denotar el complement químic dels refrigerants. Els detalls de les regles del sistema o codi de numeració es donen en BS4580:1970. El diclorodifluorometano és conegut com R12 (un popular refrigerant), i el pentaclorofluoroetano és conegut com R111.

❖ TIPUS DE REFRIGERANTS

Hi ha 2 principals tipus de refrigerador, ambdós utilitzen el mètode de canvi de fase de l'intercanvi d'energia, però a cada tipus de canvi de fase s'arriba per diferent camí. La majoria dels refrigeradors comunament utilitzats es poden classificar menjo (a) tipus de compressió de vapor i (b) tipus d'absorció.

❖ PRINCIPI DE FUNCIONAMENT DEL REFRIGERADOR DE COMPRESSIÓ DE VAPOR

El funcionament d'aquesta màquina s'entendrà millor al referir-nos primer a la Figura 37 El cicle es pot descriure de la següent manera:

De 1 a 2

La fase gasosa és arrossegada a la succió del compressor des del costat de baixa pressió de la màquina, comprimit a una pressió major amb el consegüent augment de la temperatura i enviat a d'interior del condensador, en el costat d'alta pressió.

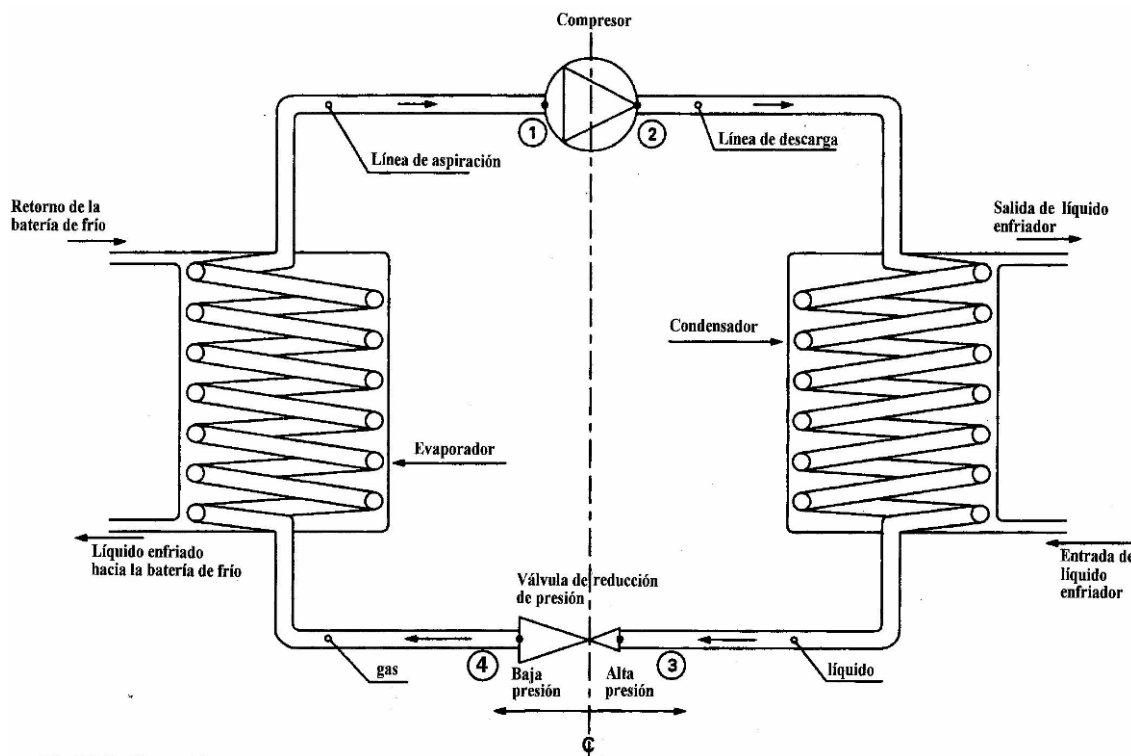


Figura 37. Refrigeració per compressió de vapor

De 2 a 3

El gas és refredat i condensat, expulsant calor a l'atmosfera.

De 3 a 4

El líquid a relativa alta pressió passa a través d'una vàlvula de reducció de pressió, fins al costat de baixa pressió del sistema. Degut al fet que el líquid està ara a més baixa pressió, el punt d'ebullició aquesta més baix, amb el resultat que el líquid bull i es transforma en vapor. Aquest estat és conegut algunes vegades com procés 'flash-gas'.

De 4 a 1

L'acció del 'flash-gas' continua en l'evaporador, prenent l'entalpia necessària per a l'evaporació del líquid en circulació per l'exterior que arriba es refreda. A continuació es repeteix el procés complet.

❖ PRINCIPI DE FUNCIONAMENT DEL REFRIGERADOR D'ABSORCIÓ UTILITZANT AMONÍAC I AIGUA

En aquesta màquina, el compressor és substituït per una bomba de circulació, una font de calor, un generador i un absorbent, veure la Figura 38. Aquesta és, per descomptat, una instal·lació més complicada, però es pot justificar perquè el treball realitzat en aquest circuit de refrigeració és molt menor que el qual es necessita per a moure el compressor del refrigerador de compressió de vapor abans descrit. Els detalls del cicle són els següents:

De 1 a 2

L'energia és subministrada al generador (o a la caldera) per l'aportació de calor, que es pot obtenir de vapor, una flama, una resistència elèctrica, o energia solar; això

separa l'amoniac de la solució d'aigua i amoniac, algunes vegades cridada 'solució amoniacal'

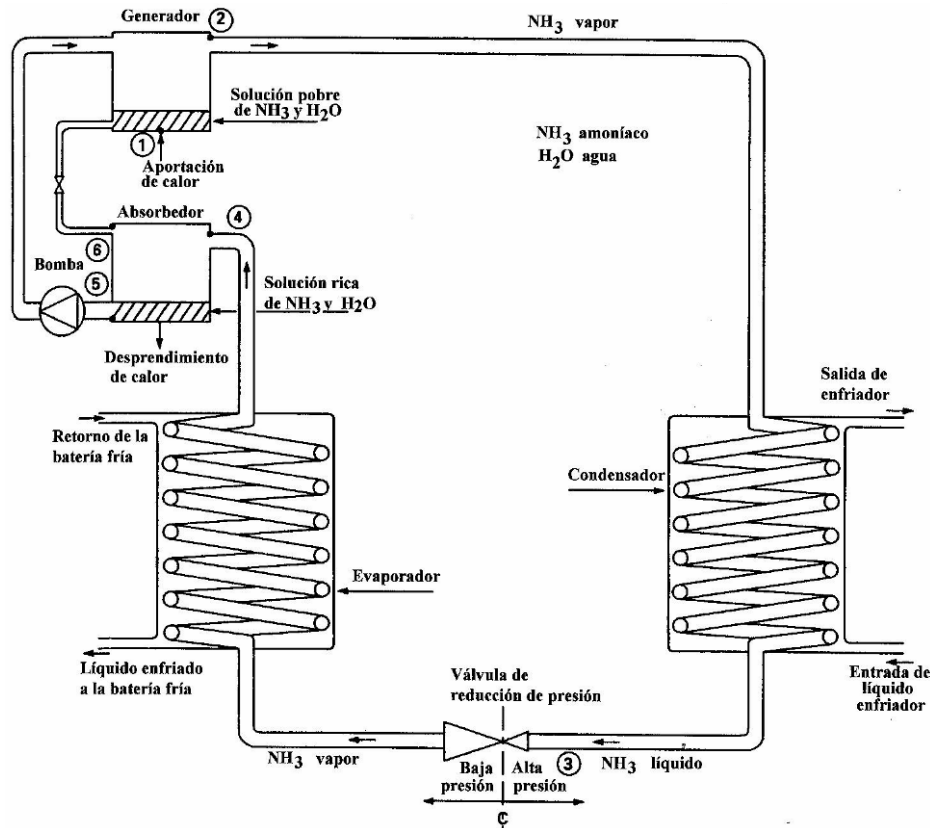


Figura 38. Refrigeració per absorció

De 2 a 3

El vapor d'amoniac es refreda i es condensa, cedint-ne la seva entalpia de evaporació en un condensador d'aigua freda.

De 3 a 4

L'amoniac líquid circula a través de la vàlvula de regulació de pressió passant a tenir una pressió menor, descendant el punt d'ebullició. Per amb següent el líquid ebulle a baixa pressió, prenent la calor necessària de l'aigua circulant per l'evaporador, refredant-la.

De 4 a 5

La pressió en l'evaporador es manté baixa per l'alta afinitat que existeix entre l'amoniac gasós i l'aigua. L'amoniac està preparat per a ser absorbidor per la solució, augmentant la seva calor d'afinitat per la reacció química. En aquest cas la reacció química es denomina 'exotèrmica' (la calor es desprèn) i en aquest lloc se situa el absorbidor.

De 5 a 1

La bomba de circulació arrossega una mica de la solució amoniacal des del absorbidor i ho distribueix al generador preparat perquè l'amoniac bulli.

De 1 a 6

Amb l'objecte d'omplir de líquid el absorbidor, es permet que l'aigua que roman en el generador, flueixi des de la relativament alta pressió del generador a la menor pressió del absorbidor per mitjà d'una vàlvula de estrangulació automàtica. En les màquines actuals part de la calor de les reaccions exotèrmiques en el absorbidor s'empra per a complementar l'energia necessària en el generador per a escalfar la solució amoniacal, i això es fa utilitzant un intercanviador de calor, cridat economitzador (no representat en la figura). Algunes màquines de refrigeració d'absorció majors utilitzen una solució de bromur de liti i aigua en lloc d'amoníac i aigua.

❖ ÚS DE L'ENERGIA SOLAR COM A FONT DE CALOR EN EL CICLE D'ABSORCIÓ

Devots de l'energia solar s'han apressat a afirmar que, aquesta, hauria de ser una proposició atractiva: utilitzar energia del sol com font de calor per al generador, ja que quan l'energia solar és màxima, la càrrega de refrigeració necessària és probable que sigui màxima.

Quan s'empra amoníac-aigua, aquesta barreja necessita una temperatura d'entre 100°C i 110°C en el generador i resulta que si s'utilitza una placa solar llavors la seva millor aplicació és la realització en un clima tropical i el sistema d'aigua hauria de pressuritzar-ne per a evitar que l'aigua de la caldera superi la temperatura de 100°C. Pot resultar beneficiós utilitzar una placa solar del tipus Philips, que consisteix en un tub de cristall al buit en contacte físic amb la substància que ha de ser escalfada. El tub al buit redueix les pèrdues de convecció dintre del col·lector, fent-lo tèrmicament més eficient, de manera que l'energia total perduda és molt menor. Alternativament, s'ha d'utilitzar un col·lector amb concentració.

❖ ÚS DE BATERIA D'EXPANSIÓ DIRECTA

És pràctica comuna situar la bateria de l'evaporador consistent en un bloc de tubs fins, en els conductes de l'aire condicionat. Tal organització es denomina bateria d'expansió directa, DX per a abreujar; la seva inclusió evita la necessitat de col·locar una bateria d'intercanvi de calor separada i un circuit per al líquid refredat, que es representa deixant l'evaporador i tornant a ell en la Figura 39. La Figura 40 mostra altra variació de la màquina que hauria de ser adequada 38 per a una sala freda, utilitzada com magatzem replet de menjar. Els tubs del intercanviador de calor haurien de, en aquest cas, tenir un ventilador impulsat per motor darrere d'ells, que serviria per a fer circular l'aire refredat a través dels tubs i que tornés a l'espai per a refredar-lo.

S'ha de fer esment al circuit de refrigeració associat al condensador en la figura 2.1. És corrent utilitzar aigua freda obtinguda inicialment de la presa principal de la ciutat i, a fi de reciclar l'aigua, aquesta també haurà de refredar-se abans de tornar a utilitzar-la en el condensador. Aquest procés es realitza normalment en les torres refredadores les quals, si no tenen el funcionament i el manteniment adequat, poden arribar a ser una font del bacteri 'Legionella pneumophila'.

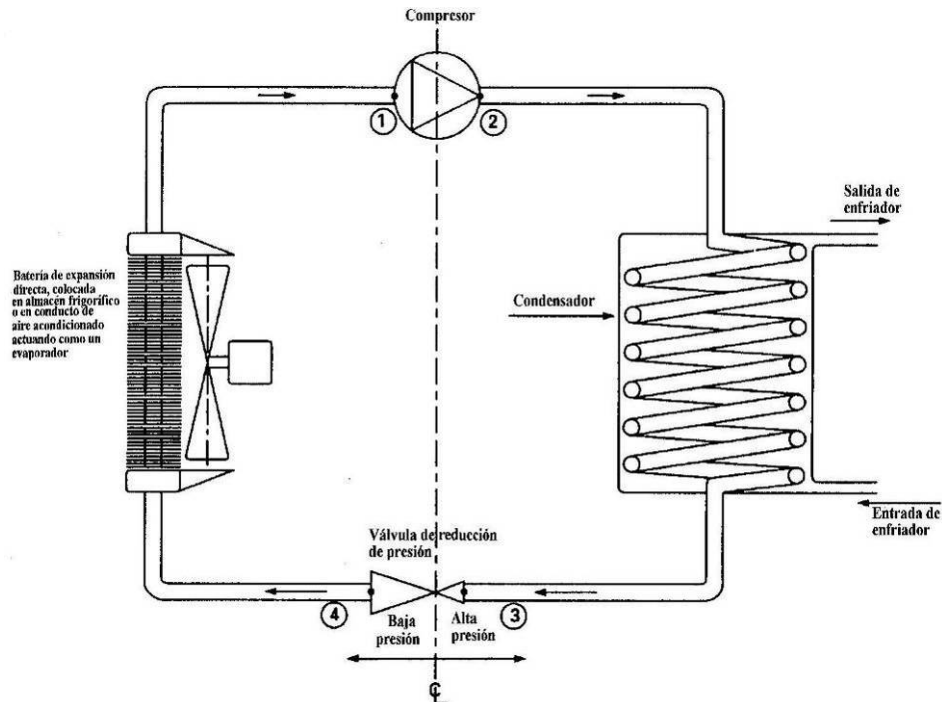


Figura 39. Refrigeració per compressió de vapor, amb bateria d'expansió directa

❖ US DE L'AIGUA COM REFRIGERANT

L'ús del vapor per a la producció del refredament de l'ambient està actualment avançant en les tecnologies associades als aliments dessecats i liofilitzats (assecats per fred). La Figura 40 mostra l'esquema del sistema bàsic.

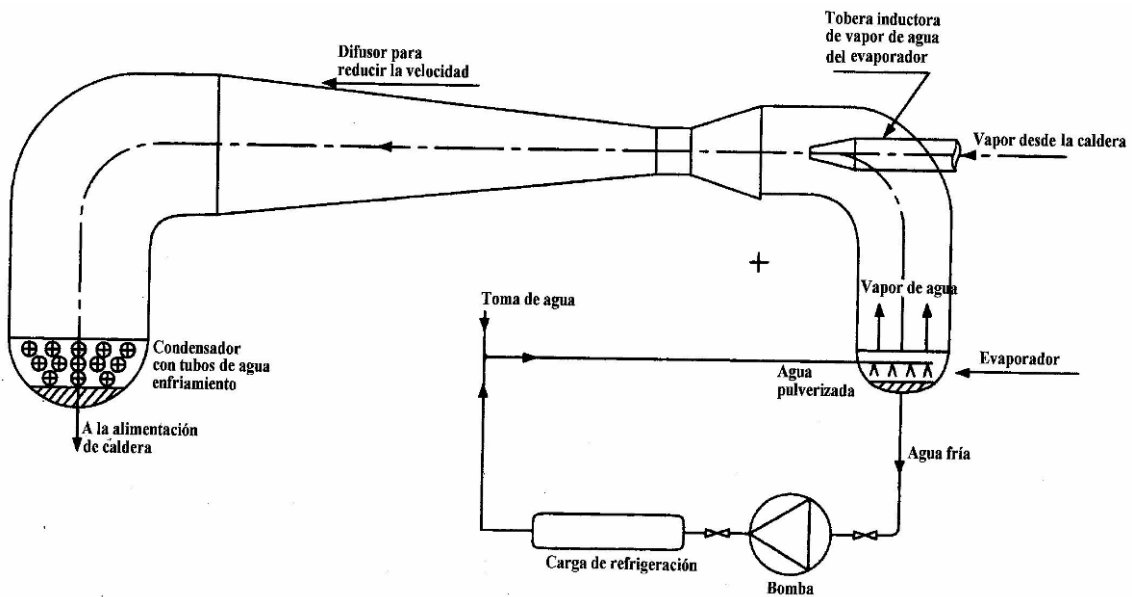


Figura 40. Refrigeració per ejecció de vapor

L'aigua refredada a 27°C és polvoritzada a l'evaporador que es manté a una pressió de 0,03 bars, per a aquesta pressió la temperatura de saturació (punt d'ebullició) de l'aigua és de 24,1°C. Sota aquestes condicions una mica d'aigua bull i es transforma

en vapor, prenent l'entalpia d'evaporació necessària, del recipient que ho conté, i refredant-lo en el procés. L'evaporador es manté a la pressió de 0,03 bars per mitjà d'un ejector de vapor. Aquest aparell utilitza un doll a alta velocitat per a arrossegat al fluid circumdant relativament estacionari. En aquest cas, el vapor passa a través d'un filtre, que produeix un doll a alta velocitat, arrossegant el vapor d'aigua que queda en l'evaporador. La barreja llavors, passa al condensador per mitjà del difusor, l'objectiu del qual és reduir la velocitat i disminuir la possibilitat d'erosió que ocorre en el condensador.

❖ PRESTACIÓ DE LA REFRIGERACIÓ

Quan s'utilitza el cicle de refrigeració per a traslladar l'energia d'una sala freda, mantenint el seu contingut a una temperatura inferior que la dels voltants, la quantitat de calor extreta és important per a l'operari; en aquest cas la relació de calor extreta/treball realitzat pel compressor es denomina 'coeficient de prestació del refrigerador'(COP). Normalment el valor de COPr varia de 1,5 a 4,0 depenent del tipus d'instal·lació.

L'examen del cicle de refrigeració mostra que l'efecte net del funcionament de la màquina és (a) traslladar l'energia de l'evaporador, per mitjà del refrigerant, i (b) fer treballs en el refrigerant, com passar a través del compressor. Ambdós components d'energia passen llavors al condensador i seguidament es dissipen en l'atmosfera. Un mètode alternatiu d'ús del cicle de refrigeració és adequar el refrigerant a evaporar per a prendre energia d'una bateria que estigui col·locada en el conducte de sortida de l'aire calent d'un complex cuina menjador (KDR). En suma, el treball de compressió per al refrigerant (com abans), s'ha trobat que és la suma dels 2 components; quan passa al condensador, arriba a una temperatura prou alta per a transferir calor a la bateria d'un escalfador d'aigua calenta empleada per a aigua calenta domèstica. En aquest cas, la quantitat de calor passada a la bateria del escalfador d'aigua calent important. La màquina es diu llavors que està funcionant com 'una bomba de calor' i el ràtio de calor rebutjada/treball realitzat en el compressor es denomina 'coeficient de prestació d'una bomba de calor (COPh).

Clarament, són possibles altres instal·lacions i el refrigerant en l'evaporador haurà de prendre l'energia de:

- (1) un canal o riu;
- (2) l'atmosfera;
- (3) la terra;
- (4) el fluid en una sèrie de plaques solars;
- (5) qualsevol doll calent d'una cuina o buit eh el fals sostre;
- (6) qualsevol procés industrial, sigui una planta química o una fosa.

Després que s'hagi afegit el treball de compressió al refrigerant, podria donar energia a:

- (a) l'aire fred que entra a un escalfador d'aire calent
- (b) l'aigua freda que entra en la caldera de planta d'escalfament.

L'experiència amb les bombes de calor ha mostrat que sempre que la energia s'allibera de les bateries de entovat subterrània la ruta que pren el tub arriba a ser visible després de pocs mesos de funcionament. Al hivern, l'energia presa del terreny

humit que envolta les canonades té com resultat la congelació i dilatació de l'aigua per a produir la seva 'elevació' a la superfície. En vora-no, hi ha suficient energia fluint del terreny circumdant com per a prevenir la congelació de l'aigua adjacent a les canonades, i conseqüentment l'elevació "desapareixerà". Per a aquells que valoren la bona conservació de la gespa, les canonades de l'evaporador de les bombes de calor no haurien d'enterrar-se sota la gespa. Des d'aquest punt de vista és millor utilitzar una bateria de tubs fins situats en la presa d'aire on s'ha demostrat (al sud d'Anglaterra) que és possible, fins i tot en ple hivern, obtenir energia de l'aire circumdant per a utilitzar en l'interior de la casa.

S'ha d'esmentar que la temperatura generalment obtinguda d'una bomba de calor per a escalfament de l'espai per mitjà de radiadors (sobre 50°C), és inferior que la temperatura normal de 80°C obtinguda d'un convertidor d'energia convencional o una caldera, de tal manera que en la instal·lació d'una bomba de calor serà necessari col·locar una major superfície de radiadors de la qual normalment seria precisa.

En els últims 50 anys els enginyers s'han fascinat amb les possibilitats d'utilitzar el cicle de refrigeració basic com una bomba de calor no obstant això s'han decebut per la falta d'efectivitat dels seus esquemes. L'autor és de l'opinió que 2 factors interrelacionats asseguraran que la bomba de calor tingui un futur viable. Primerament, el cost relatiu de l'energia és creixent i en segon lloc i com a conseqüència, la necessitat d'utilitzar l'energia d'una manera més conscient. Ambdós factors asseguraran que els clients estaran preparats per a subministrar més cabdal inicial, fent de l'estalvi de calor una pràctica més comuna que en l'últim mig segle.

❖ GRÀFICA PSICOMÈTRICA I AIRE CONDICIONAT

S'utilitzen les gràfiques psicomètriques per a planejar i traçar la trajectòria termodinàmica de l'aire a través de les instal·lacions que ja existeixen o són projectades. D'aquesta manera, amb ajuda de les dades dels fabricants d'equips, un sistema d'aire condicionat adequat pot ser dissenyat per a qualsevol sèrie de condicions establertes.

2.8.3.2.3. Refrescament per terra radiant

❖ PECULIARITATS DELS SISTEMES DE REFRESCAMENT RADIANT

Els sistemes de refrescament radiant estan limitats per la mínima temperatura que es poden dur les superfícies, en aquest cas absorbents de la calor ambiental i del cos humà, de l'edificació per a evitar la condensació sobre les mateixes del vapor d'aigua que en major o menor grau conté l'aire. Els sistemes d'acondicionament d'aire no presenten aquest inconvenient, doncs al refredar l'aire en la seva unitat evaporadora és quan es condensa el vapor d'aigua que conté, formant aigua líquida, que es recull i és abocada per un clavegueró; es produeix un assecat de l'aire disminuint el seu contingut en humitat absoluta, encara que la humitat relativa final de l'aire de l'ambient refrigerat pugui ser la mateixa.

Els sistemes radiants no poden reaccionar amb rapidesa a puntes de demanda de potència refrigerant. Això és a causa de dos motius, el primer és que refredar els materials constructius i elements de l'edificació no pot fer-se de manera ràpida, doncs es requereix més temps que per al refredament d'un volum d'aire que podem fer circular a vés d'una unitat refredadora; el segon és l'obligació de mantenir les

superfícies fredes per sobre de la temperatura de punt de rosada, el que implica un límit màxim de la potencia refrigerant. Per l'anterior, el nombre d'hores diàries de funcionament dels sistema radiants ha de ser elevat, per a evitar puntes de potència amb disminució de la temperatura del fluid de treball per sota del punt de rosada, sent òptim el funcionament permanent controlat per la temperatura exterior i per la temperatura i humitat de l'aire interior.

Els sistemes de refrescament radiant són adequats en edificis amb un cert pes per unitat de superfície externa d'intercanvi de calor, és a dir, que tinguin capacitat de acumulació de «fred». Els tancaments de les edificacions on es van a utilitzar sistemes de refrescament radiant deuen tenir preferiblement la capa de material aïllant més cap a l'exterior, deixant en interior de l'edificació una major quantitat de material de construcció amb capacitat acumulació (al contrari de com es fa habitualment).

Els edificis amb murs cortina de vidre, els permeables a les infiltracions d'aire, els que tenen tancaments exteriors molt primers i els que tenen superfície de vidre molt grans per les que la radiació solar entra fàcilment, són inadequats per utilitzar refrescament radiant. Les superfícies de vidre que poden rebre un fort impacte de la radiació solar han d'incorporar mecanismes exteriors d'apantallament de la radiació solar com persianes, tendals, pèrgoles, reixes, vegetació, etc.

Perquè la transmissió de calor amb sistemes de tubs embotits en el sòl sigui òptima és necessari que els materials per a la solera siguin de procedència mineral, com el granit, el marbre, els terratzos, els materials ceràmics, el fang i altra gamma existent en el mercat.

Encara que es pot produir aigua freda amb mètodes evaporatius en torres de refrigeració, la manera més eficaç de produir-la en quantitat suficient perquè circuli per circuits de refrigeració és amb una màquina frigorífica anomenada bomba de calor, que consumeix electricitat en el compressor, en els ventiladors, en les bombes de circulació, en els seus circuits elèctrics i electrònics de control, etc., (es pot produir fred aprofitant altres fenòmens físics en lloc de la compressió mecànica d'un fluid, l'alternativa més coneguda és la màquina frigorífica d'absorció. Totes les instal·lacions de refrigeració, ja siguin per convecció o per radiació, requereixen la instal·lació d'aquestes màquines. Les bombes de calor (màquina frigorífica que bomba calor d'un focus fred a menor temperatura a un focus calent a major temperatura) més usades en els sistemes d'acondicionament ambiental són les aire-aire, això és: el focus fred és l'aire exterior o interior i el focus calent és l'aire interior o exterior, depenent que funcionin calefactant o refredant l'ambient interior. Els sistemes radiants necessiten bombes de calor que treballin amb aigua en almenys un dels focus, per a això són útils les bombes de calor dels següents tipus:

— **Aire-aigua**, l'aire del carrer és el focus calent (quan funciona com màquina refredadora pròpiament aquesta) o el focus fred (quan funciona com bomba de calor), Figura 41.

— **Aigua – aigua**, en les quals els dos focus són aigua o habitualment barreges de anticongelant i aigua Figura 42.

El fet que algun dels focus sigui aigua o, millor, en zones amb el risc de gelades i on la màquina es trobi a la intempèrie, una barreja de anticongelant i aigua, implica uns avantatges d'eficiència energètica.

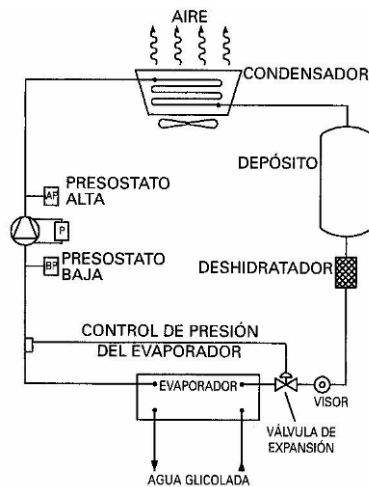


Figura 41. Esquema refredadora condensada per aire. AIRE - AIGUA

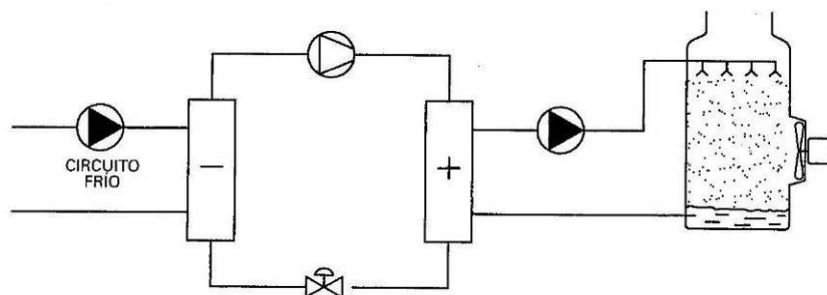


Figura 42. Esquema refredadora condensadora per aigua. AIGUA - AIGUA.

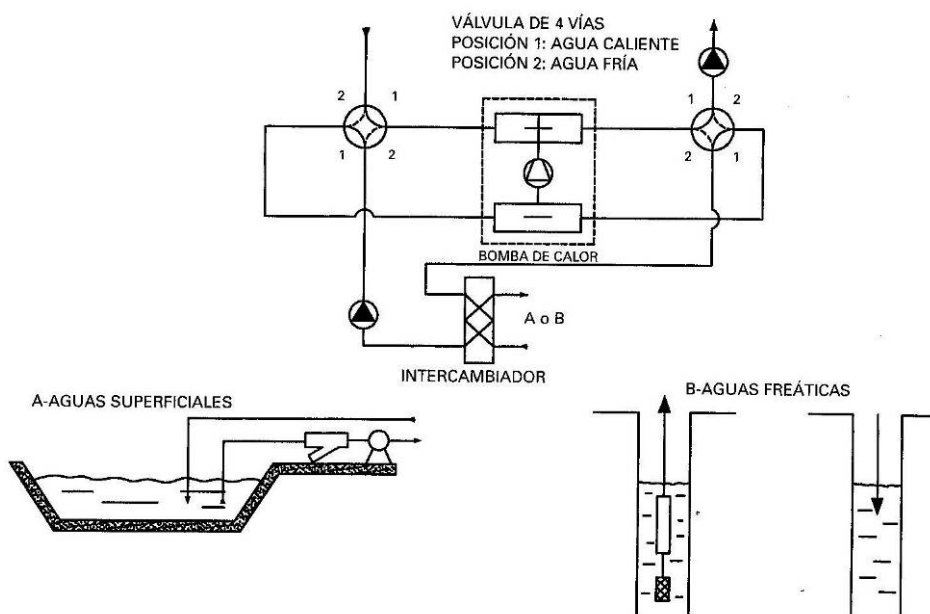


Figura 43. Esquema de bomba de calor AIGUA – AIGUA.

❖ AVANTATGES ESPECÍFICS DELS SISTEMES DE REFRESCAMENT RADIANT

A part dels avantatges descrits anteriorment pel terra radiant, altres avantatges específics són:

- La potència consumida per la màquina de refrigeració és menor quan s'utilitza un sistema radiant en el que el fluid fred és aigua, que si es fa servir un sistema de refredament amb aire, ja que en aquest cas hi ha un bescanviador intermedi.
- Tenint en compte la inèrcia tèrmica de l'edifici, degut a l'acumulació de fred en els seus materials, es pot treballar amb aire interior a superior temperatura que si es fa servir un sistema convectiu. D'aquesta manera la potència frigorífica de la màquina de fred pot reduir-se fins a un 1/2 o 2/3 de la que es necessita amb l'altre sistema.
- Pel fet de necessitar menys potència refrigerant, significa contractar menys potència elèctrica total, per tant, menys diners en la factura elèctrica.

Per altra banda, estan les avantatges que es refereixen a les necessitats d'espais per a les instal·lacions:

- Ja que la potència dels equips és menor, aquests ocupen menys espai tant exterior per a la ubicació de les unitats condensadores com interior per a les unitats evaporadores, o per a ambdues si els equips són compactes.
- Encara que ja hem parlat de la bomba de calor abans, hem de reiterar aquí que la mateixa màquina pot oferir-nos el fluid calent i el fluid fred, doncs podem instal·lar una bomba de calor amb possibilitat d'inversió de cicle, de manera que a l'estiu ens subministri aigua freda per a refrescament radiant i a l'hivern aigua calenta per a calefacció radiant. La inversió del cicle es realitza mitjançant la incorporació en la màquina frigorífica d'una vàlvula de quatre vies amb dues posicions. En cadascuna de les posicions la funció dels intercanviadors de calor és distinta, cada intercanviador funciona en una posició com unitat condensadora i en l'altra com unitat evaporadora (els no iniciats han de consultar algun manual de màquines tèrmiques o d'aire condicionat). El fet que el mateix generador pugui subministrar-nos la calefacció i el refrescament té a veure també amb la disminució de les necessitats d'espai.
- La total absència d'emissors d'aire fred, difusores, reixetes, etc., que ocupen espai en parets i sostres, i que limiten les possibilitats utilitàries i decoratives.
- Els sistemes de distribució per conductes d'aire requereixen espais i altures que condicionen la grandària dels falsos sostres, disminuint l'altura final dels locals i les habitacions.

Als avantatges anteriors hem d'afegir les quals es refereixen al confort ambiental i habitabilitat general de l'edificació, tenim:

- Absència de dolls i de corrents d'aire fred, amb la desaparició dels habituals problemes que ocasionen aquests en els usuaris, principalment de locals d'oficines entre els quals és comuna el desacord en la manera d'ús de l'equip d'aire, de la velocitat d'impulsió, de la temperatura de consigna en el termòstat de l'oficina o de la connexió o desconnexió de l'aire pel diferencial tèrmic que provoca.

R. Centralita de regulació climàtica.

C. Interruptor hivern/estiu.

F. Fan-coil: la seva missió és la de deshumidificar l'aire ambient.

P. Programador de calefacció i refrigeració.

ci, c2, el, i2. Claus de tall. Són vàlvules d'esfera mitjançant les quals se selecciona el circuit de refrescament o el circuit de calefacció. Tancades la ci i la c2 i obertes l'el i la i2 el circuit hidràulic en ús és el de refrescament.

Te, Ti, STR. Sonda de temperatura exterior de temperatura d'anada i de punt de rosada. Actuen sobre la centralita de la manera ja conegut.

SH. Sonda de punt de rosada. Actua sobre l'arrencada i atur del fan-coil F i de la bomba de circulació B3 que duu associada, segons ja hem explicat.

❖ ASPECTES CONSTRUCTIUS DIFERENCIALS DEL REFRESCAMENT RADIANT

Els sistemes de canonades són bàsicament iguals que els de calefacció, només s'hi ha d'afegir un sensor de punt de rosada adossat al paviment el més a prop possible als distribuïdors, o en la zona més fresca de l'edificació.

És necessari tenir en compte que els materials del terra tipus moqueta, parquet, vinil, suro, i tota la resta de materials aïllants, no són adequats ja que impedeixen el bon funcionament del sistema.

El refrescament es pot fer en sistemes de sostre, o en parets que se sàpiga que no s'hi ha de posar cap tipus de moble.

2.8.3.2.4. Solució adoptada per la distribució de la calefacció i refrigeració

La calefacció segons la Figura 21. Distribució de temperatures segons l'alçada per a diferents sistemes de calefacció, resulta que el sistema que s'aproxima més al sistema ideal és el sistema de calefacció per terra radiant.

Per a la refrigeració s'opta per utilitzar l'aigua que surt de la bomba de calor geotèrmica, com a refrigerant.

El sistema de distribució de la refrigeració pot ser amb el terra radiant emprat per la calefacció o per fan-coils. Si emprem el terra radiant per a refrigerar tenim els inconvenients que:

- Si es dissenya la instal·lació de terra radiant per a calefacció, com que les necessitats tèrmiques de refrigeració són més grans que les de calefacció, necessitarà la col·locació de fan-coils de recolzament.
- Si es dissenya la instal·lació de terra radiant per a refrigeració, les necessitats tèrmiques de calefacció són molt més inferiors i implica que està sobredimensionada la instal·lació, calefacteria molt més de lo requerit i fa un consum energètic innecessari.

En canvi, si utilitzem un circuit independent per a refrigerar mitjançant fan-coils de cassette en el sostre, aquestos inconvenients desapareixen.

En conclusió, el sistema de distribució més recomanable per a refrigerar és el de fan-coils.

2.9. Resultats finals

2.9.1. Orientació de la nau

La nau té forma rectangular i el costat més llarg (50 m) s'orienta cap al sud per a tindre una major exposició al Sol.

La coberta és realitza amb forma de dents de serra amb la part inclinada orientada cap al sud i el pla vertical cap al nord.

En el capítol 2.8.1. Justificació de la ubicació de la nau, es raona la posició en el terreny.

2.9.2. Aspectes constructius de la nau

En aquest apartat s'especifiquen les mesures correctives a emprar en la construcció de la nau, per a millorar l'eficiència tèrmica.

❖ Tancament exterior

El tancament exterior es realitza amb panel sandwich metàl·lic marca ISOVERD (Figura 45) amb fixacions ocultes i amb cos de llana de roca Roclaine. La justificació de l'elecció d'aquest tipus de tancament es troba en l'apartat **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** En la zona d'oficines el panell sandwich portarà un trasdossat de pladur (Figura 46).



Figura 45. Panel sandwich de façana

Les característiques tècniques de panell sandwich són:

- Està compost per una làmina d'acer espessor del perfil exterior de 0,8 mm i una d'espessor del perfil interior de 0,6 mm.
- El nucli intern conté aïllant format amb llana de roca Roclaine de densitat 175 kg/m³. La llana de roca està certificada en la seva reacció al foc com M0; no

combustible (segons norma UNE-23727) i A2 (segons norma UNE-EN 13501-1).

- Les xapes d'acer galvanitzat dels panells estan recobertes amb polièster a base de pintura aplicada en una línia coal-coating a força de resines de polièster, pigments, sílice i dissolvents formant una capa de 25 micres. Aquesta protecció proporciona una bona resistència a la corrosió i una excel·lent relació qualitat-preu.

Les característiques tècniques del trasdossat de "pladur" (cartró-guix + llana mineral) són:

- Format per panel de cartró-guix de 15 mm de gruix subjecte amb una estructura d'alumini col·locada cada 600 mm enganxada en el panell sandwich.
- Entre el panell de cartró-guix i el panell sandwich hi va col·locat llana mineral de categoria II.



Figura 46. Trasdossat de "pladur" (cartró-guix + llana mineral)

❖ Tancament interior

El tancament interior seran envans de cartró-guix amb llana mineral de 7 cm de gruix (Figura 47), compost per placa de 1,5 cm de cartró-guix + 4 cm de llana mineral de 4 cm + 1,5 cm placa de 1,5 cm de cartró-guix, segons justificació feta en l'apartat 3.1.4.2.



Figura 47. Envà de cartró-guix amb llana mineral, de 7 cm de gruix

❖ Coberta

La coberta es realitza amb panel sandwich metàl·lic marca ISOVERD (Figura 48) amb fixacions ocultes i amb cos de llana de roca Roclaine. La justificació de l'elecció d'aquest tipus de tancament es troba en l'apartat 3.1.4.3. . Les característiques tècniques de panell sandwich són les mateixes que els indicats en tancament exterior.

La coberta es tipus dent de serra amb una inclinació del 35 % i orientada cap al sud. En les parts verticals de la coberta aniran col·locades finestres que farà la funció d'il·luminar el magatzem i ajudaran a la ventilació natural (mirar plànol 9 i annex 3.1).

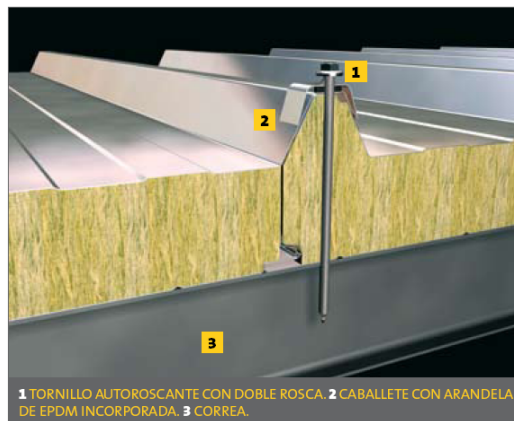


Figura 48. Panel sandwich metàl·lic marca ISOVERD

❖ Fusteria exterior

Les portes d'accés al magatzem seran basculants d'acer de 4 metres d'amplada i 4 metres d'alçada.

Les finestres exteriors tant de la façana com de la coberta seran de doble vidre de color de 6 mm d'espessor amb càmera d'aire de 12 mm ($K [W/m^2 \text{ } ^\circ C]$: 3.7; $f[m^3/h \cdot m]$: 1.5; Factor atenuació radiació solar: 0.37). (Justificació en l'apartat 3.1.5.).

❖ Fusteria interior

La fusteria interior serà de portes de fusta opaca d'amplada de pas de 80 cm i alçada lliure de 2,10 cm.

Les portes d'accés del magatzem a les oficines seran d'acer amb resistència al foc segons característiques requerides en el CTE DB SI.

❖ Revestiments interiors

En zones de serveis els paraments aniran enrajolats, en tota l'alçada vista, amb peces ceràmiques de 20x20 cm.

En la zona d'oficines es disposarà de fals sostre de plaques de cartró-guix, deixant una alçada lliure de 3,00 m.

❖ Paviments

En les oficines el paviment és de rajoles de terratzo de 40x40 cm i 1,5 cm d'espessor, de color mig.

2.9.3. Ventilació natural en el magatzem

El magatzem es ventila de forma natural mitjançant 9 finestres (calculat en el apartat 3.1.3.) de 1x1 m en cada façana distribuïdes segons plànol 10. Es distribueixen en dos façanes oposades, és a dir, en la façana nord i en la façana sud. També es disposarà de finestres en la coberta. En la Figura 49 es pot veure el recorregut del flux d'aire en el interior del magatzem.

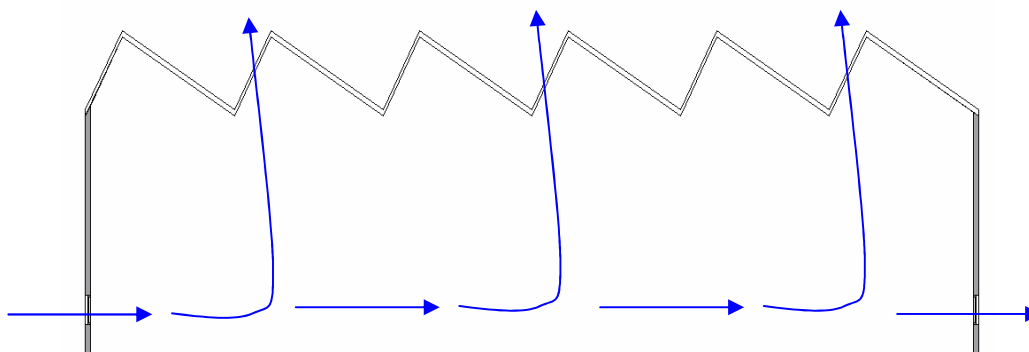


Figura 49. Recorregut del flux d'aire en el magatzem

2.9.4. Il·luminació natural en el magatzem

En les dos plantes de les oficines es col·loquen finestres amb vidre de color opalescent fosc amb factor atenuació de radiació solar de 0,37 de doble vidre i càmera aire 12mm, permeten una lleu il·luminació natural.

En la planta primera de les oficines es col·loca tragallums tubulars que capturen la llum solar del teulat i el redirigeix cap a l'interior, difuminant-la per tota l'estança (Figura 58), que seran complementaria a la il·luminació produïda amb instal·lació elèctrica.

En el magatzem la llum que incideix per les finestres situades en la coberta i les situades en les façanes nord i sud, són suficients per il·luminar durant el dia el interior (càlculs fets en l'apartat 3.1.6.), amb una il·luminació mitja de 587 lx.

2.9.5. Climatització de la nau

Com s'ha comentat en l'apartat 2.8.3. la climatització de la nau amb energia solar passiva és insuficient, llavors és necessari utilitzar un sistema de climatització de refrigeració i calefacció.

La instal·lació de calefacció s'ha dissenyat en funció de les necessitats tèrmiques, calculades en l'apartat 3.2. dels annexes, que hi ha els càlculs tant d'hivern com d'estiu de les oficines i el magatzem.

El magatzem no es climatitza degut a no saber l'ús d'aquest

La Taula 1 i la Taula 2 són un resum de les càrregues tèrmiques d'hivern dels locals analitzats de les oficines a on s'instal·larà el terra radiant. I la Taula 19 i Taula 20 són un resum de les càrregues tèrmiques d'estiu dels locals analitzats de les oficines a on s'instal·larà els fan-coils.

2.9.6. Descripció de les instal·lacions de les oficines

En les oficines es fica un sistema climatització a l'hivern amb terra radiant i a l'estiu amb fan-coils tipus cassette de sostre. La generació de l'energia es fa mitjançant energia geotèrmica, en la que hi haurà una bomba de calor aigua-aigua per assegurar la potència tèrmica a l'hivern i subministrar el refrescament a l'estiu.

La calefacció es realitzarà amb terra radiant i la refrigeració amb fan-coils tipus cassette col·locats al sostre (segons justificació feta en l'apartat 2.8.3.2.4.)

La instal·lació constarà, bàsicament, de un circuit exterior geotèrmic i de quatre circuits interiors, tots circuits tancats. Dos circuits són per a terra radiant i els altres dos per a fan-coils (veure plànol 20).

Les bombes s'ubicaran el la sala de màquines de la planta primera (plànol 14)

❖ CIRCUIT EXTERIOR

En el circuit exterior es col·locaran 8 pous bescanviadors de calor (càlculs en el apartat 3.3.2.4. Càlcul de la profunditat) en la zona nord de la parcel·la, situats a 3,5 metres de la nau en dos fileres cada 5 metres (Figura 50).

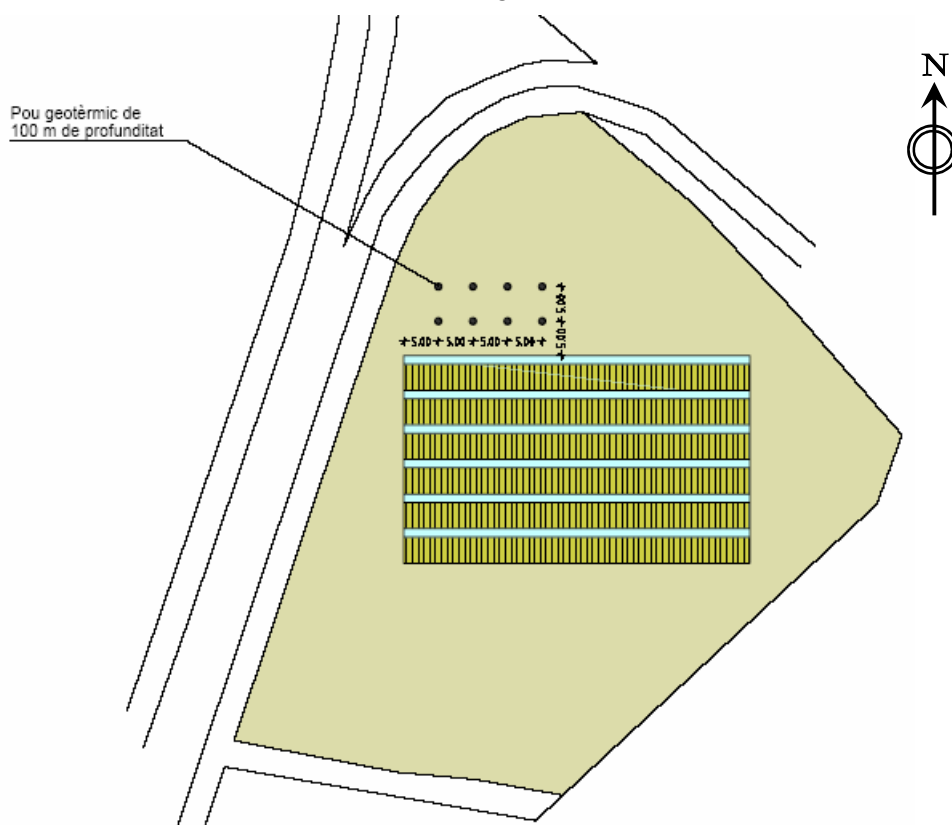


Figura 50. Situació dels pous geotèrmics

En els pous aniran col·locats uns col·lectors d'energia PEM 40X2,0 PN10 SDR 17 que faran la funció d'intercanviador de calor (característiques en el full d'especificacions 5.3.24.).

Els col·lectors d'energia geotèrmica s'ajunten tots en un arqueta distribuïdora de DN1000 (característiques en el full d'especificacions 5.3.25.), construïda en polietilè, amb les connexions i la valvuleria necessària per a cada circuit.

De l'arqueta distribuïdora s'envia l'aigua cap a la bomba acceleradora del circuit exterior en aquest cas, es tracta d'una WILO TOP-S 40/7 (calculada en l'apartat 3.3.2.7.).

Altres elements del circuit exterior són les vàlvules de tall i les vàlvules de retenció.

En el plànol 13 es detalla la instal·lació exterior.

❖ SALA DE CALDERES

La sala de calderes no caldrà complir amb l'especificat en la UNE 100020, ja que la potència màxima instal·lada de la bomba de calor és de 58,1 kW.

En la planta primera es situa la sala de calderes que inclou els següents elements:

- La bomba de calor geotèrmica aigua-aigua marca CLIVET, model WRH 182 amb potència màxima de refrigeració de 47,5 kW i potència màxima de calefacció de 58,1 kW (calculada en l'apartat 3.3.1.2.).
- Les dos bombes acceleradores per al terra radiant marca WILO, model RS-STAR 25/4 (calculades en l'apartat 3.4.2.8.).
- Les dos bombes acceleradores per als fan-coils marca WILO, model TOP-S 30/7 (calculades en l'apartat 3.5.3.)
- El vas d'expansió marca IBAIONDO, model 35CMF (calculat en l'apartat 3.4.2.10.).
- Les dos electrovàlvules de 3 vies ORKLI, que independitzen el sistema de calefacció del sistema de refrigeració.
- La centraleta de regulació SCHUTZ i tota la valvuleria complementaria, vàlvules de tall, de retenció, de seguretat connectades a desguàs i purgadors d'aire.

❖ TERRA RADIANT CALEFACTANT

La instal·lació de terra radiant està dividida en dos sistemes amb bomba independent, un per a cada planta. En l'annex IV, es troben justificats tots els càlculs.

- Planta baixa: consta de quatre distribuïdors SCHUTZ model UNIQUICK CONFORT 90, el primer amb 3 circuits, el segon amb 2 circuits, el tercer amb 8 circuits i el quart amb 7 circuits.
- Planta baixa: consta de dos distribuïdors SCHUTZ model UNIQUICK CONFORT 90, tots dos tenen 8 circuits.

Els elements comuns a tota la instal·lació de terra radiant són els següents: els armaris metàl·lics marca SCHUTZ model UP-90, el terra radiant marca SCHUTZ que inclou els següents components, film antivapor de 0,2 mm, planxa d'aïllament PE 20 SE WD, planxa de fixació variant RA 510, tub 16/20 duo-flex PEXa i el morter amb additiu W-200

El sistema es complementa amb els termòstats i les centraletes de regulació SCHUTZ, les electrovàlvules de 2 vies ORKLI, i la partida de valvuleria composta per les vàlvules de tall i els purgadors.

❖ FAN-COILS DE REFRIGERACIÓ

La instal·lació de fan-coils també està dividida en dos sistemes amb bomba independent un per a cada planta.

- Planta baixa : consta de 12 fan-coils marca ROCA YORK model YHK
- Planta primera : consta de 10 fan-coils marca ROCA YORK model YHK

Les canonades del sistema de refrigeració són totes de coure i del diàmetre adient, segons els càlculs que es troben a l'annex V i als plànols 14 i 15.

El sistema es complementa amb els termòstats i les centraletes de regulació SCHUTZ, les electrovàlvules de 2 vies ORKLI, i la partida de valvuleria composta per les vàlvules de tall i els purgadors.

❖ RENOVACIÓ D'AIRE

Per a la realització de la ventilació d'aire s'instal·len d'unitats de ventilació amb **recuperadors entàlpics** amb sortides i preses d'aire a la façana nord de la nau.

Es col·loquen 5 unitats de recuperació d'energia de l'aire d'extracció marca DAIKIN dels quals 1 és del model VAM2000FA i els altres 4 són del model VAM1500FA (segons càlculs de la Taula 22). Porten gestió integrada d'estalvi energètic.

El conducte es forma amb llana de vidre UNE-EN 13162 de gruix 25 mm, resistència tèrmica $\geq 0,75 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$, amb recobriment exterior de paper kraft alumini reforçat i recobriment interior de vel de vidre i paper kraft d'alumini perforat.

Les reixes d'impulsió són de la marca Madel model AMT i les reixes de retorn són de la marca Madel model RMT.

La ventilació dels serveis higiènics es realitzarà mitjançant uns extractors mecànics marca SODECA.



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

2.10. Planificació

En aquest apartat es descriu la planificació seguida en la construcció de les instal·lacions. Es mostra la seva duració i ordre temporal en un diagrama de Gantt, primerament en escala mensual i després en escala setmanal.

2.10.1. Diagrama de Gantt en escala mensual

Activitat	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1. Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica				
2. INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA				
3. Bomba calor geotèrmica				
4. Valvuleria, vàlvules motoritzades, vasos d'e...				
5. Tuberies i aïllaments				
6. Material elèctric				
7. Perfor. pous 100m + sonda				
8. Bomba acceleradora				
9. INSTAL·LACIÓ TERRA RADIANT				
10. Tub 16/22 mm				
11. Col·lectors + armaris				
12. Baldaperimetral d'aïllament				
13. Planxa d'aïllament moldejada				
14. Recrescudapavim., g=5cm				
15. Bomba accel.				
16. Film polietilè				
17. Capçal electrotèrmic				
18. Valvuleria				
19. Centraletes de regulació				
20. Termostat				
21. INSTAL·LACIÓ DE REFRIGERACIÓ				
22. Fan-coil cassette				
23. Tub Cu semidur				
24. bomba acceleradora				
25. INSTAL·LACIÓ DE RENOVACIÓ D'AIRE				
26. Conducte rectangulars				
27. Reixeta de retorn i impulsió				
28. Unitats ventilació recuperador entàlpic				
29. Ventilació serveis				



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

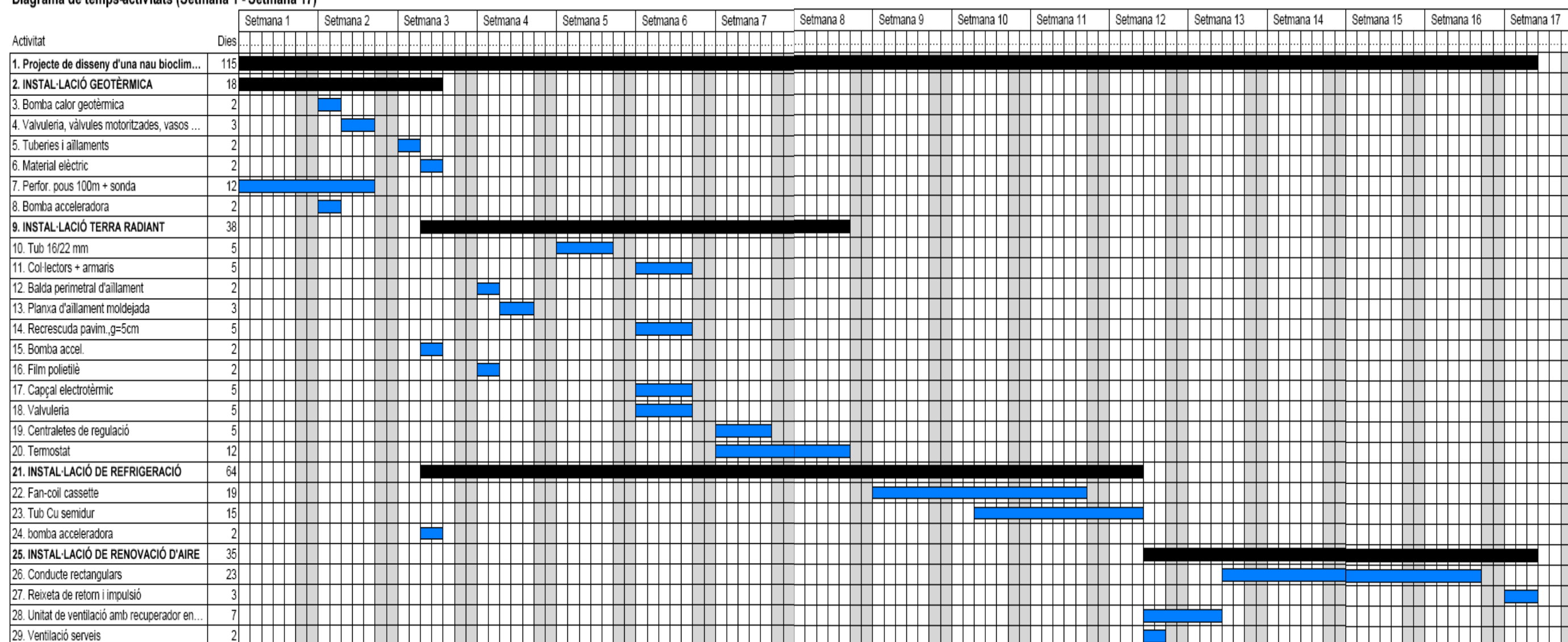
Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

2.10.2. Diagrama de Gantt en escala setmanal

Diagrama de temps-activitats (Setmana 1 - Setmana 17)





Escola Politècnica Superior

Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial "Camí dels Frares" de Lleida

Carina Santiago Gallego



Universitat de Lleida

2.11. Agraïments

Era l'any 1998 quan vaig començar els estudis d'ETIM a l'EUP. Estrenàvem escola i tot era nou per mi. En aquestos nou anys he conegut a centenars de companys i he conegut també el dolor de suspendre i l'alegria d'aprovar. He caminat per un camí d'espigues però els companys, els professors i la família me feien més suportable el sofriment. El assistir a classe, aprendre i cohabitar amb els companys m'alegrava el dia a dia i hem feia feliç.

Vull dir gràcies al personal de EPS i EUP, a la direcció actual i amb la que vaig tractar quan era membre del consell de l'estudiantat, a tots els professors, als companys que he conegut en aquest centre i a la Udl per obrir les seves portes fins a altes hores de la nit.

En especial, vull agrair a la Dra. Lluïsa F. Cabeza, que hem va fer sortir del forat que suposa estar en 2on curs i continuar els meus estudis amb optimisme. Per fer-me estimar l'energia tèrmica i les energies renovables. I per la seva col·laboració com a directora d'aquest projecte.

Estudiar ETIM i a la vegada treballar ha estat molt dur, per això agraeixo a les empreses CC Arquitectura i Enginyeria, S.L., Jose M^a Mora Arquitecte, COFITEC, S.L., Unat, S.L., Tràmit de Produccions, S.L., DP Enginyeria, la seva paciència en els dies difícils, tolerància amb els horaris i comprensió cap als meus objectius.

Gràcies al Xavi, la meva parella per tot el suport moral que m'has donat i per obligar-me a acabar els estudis. Als meus pares i germans per estar sempre allí.

Agrair a l'enginyer Enric Duch per respondre'm tots els dubtes que tingut en l'elaboració d'aquest projecte.

I nomes me queda acomiadar-me d'aquesta escolar que m'ha donat tant i que l'enyoraré sempre.



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

3. Annexos



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

ÍNDIX DELS ANNEXOS

3. ANNEXOS 99

ÍNDIX DELS ANNEXOS	101
3.1. ANNEX I. ENERGIA SOLAR PASSIVA	103
3.1.1. ORIENTACIÓ DE LA NAU	105
3.1.2. FACTOR DE FORMA	105
3.1.3. VENTILACIÓ	105
3.1.4. AÏLLAMENT	106
3.1.5. ACRISTALAMENT	110
3.1.6. IL·LUMINACIÓ NATURAL	111
3.2. ANNEX II. CÀRREGUES TÈRMiques	115
3.2.1. RESUM DE FÓRMULES	117
3.2.2. DADES GENERALS	126
3.2.3. FITXA JUSTIFICATIVA DEL CàLCUL DEL KG DE LES OFICINES	131
3.2.4. FITXA JUSTIFICATIVA DEL CàLCUL DEL KG DEL MAGATZEM	132
3.2.5. CONDICIONS EXTERIORS	133
3.2.6. CONDICIONS INTERIORS	133
3.2.7. CÀRREGA TÈRMICA HIVERN	134
3.2.8. CÀRREGA TÈRMICA ESTIU	148
3.2.9. EQUIPS DE PRODUCCIÓ DE FRED I CALOR PER A LES OFICINES	173
3.2.10. EQUIPS DE PRODUCCIÓ DE FRED I CALOR PER AL MAGATZEM	175
3.3. ANNEX III. INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA	177
3.3.1. DADES DE PARTIDA	179
3.3.2. CàLCUL DEL SISTEMA	180
3.4. ANNEX IV. TERRA RADIANT	185
3.4.1. INTRODUCCIÓ	187
3.4.2. CàLCUL DE TERRA RADIANT	190
3.5. ANNEX V. INSTAL·LACIÓ DE REFRIGERACIÓ	205
3.5.1. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	207
3.5.2. RESULTATS OBTINGUTS	208
3.5.3. BOMBA DE CIRCULACIÓ	211
3.5.4. MESURES ADOPTADES PER L'ÚS RACIONAL DE L'ENERGIA	211
3.6. ANNEX VI. INSTAL·LACIÓ RENOVACIÓ D'AIRE	213
3.6.1. VENTILACIÓ FORÇADA DE LES OFICINES	215
3.6.2. VENTILACIÓ DELS SERVEIS HIGIÈNICS	231
3.7. CATÀLEGS DE COMPONENTS	232



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

3.1. Annex I. Energia solar passiva



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

En els sistemes passius, la captació solar es realitza directament a través de les pròpies característiques de l'edifici. Els elements estructurals, espacials i delimitadors, a més a més de complir les seves funcions pròpies, contribueix a la cerca de l'acondicionament de l'ambient interior, mitjançant la seva col·locació, forma, les capacitats dels materials de construcció, etc.

3.1.1. Orientació de la nau

La nau té forma rectangular i el costat més llarg (50 m) s'orienta cap al sud per a tindre una major exposició al Sol.

La coberta és realitza amb forma de dents de serra amb la part inclinada orientada cap al sud i el pla vertical cap al nord.

En el capítol 2.8.1. Justificació de la ubicació de la nau, es raona la posició en el terreny.

3.1.2. Factor de forma

Una manera de quantificar la relació entre la forma d'un edifici i la seva capacitat per intercanviar calor amb el exterior, és a través del factor de forma, és el quocient entre la superfície d'un edifici i el seu volum. Per a climes freds convé un petit factor de forma, en canvi per a climes càlids convé un gran.

$$FF = \frac{\text{Superfície}}{\text{Volum}}$$

Eq. 2

La nau en global té unes dimensions de 50x30x7 m, llavors tenim que:

$$FF = 0,14$$

Eq. 3

El valor resultant és 0,14. És un valor bastant bo, perquè quan més petit és el valor, menys pèrdues calorífiques té.

3.1.3. Ventilació

La ventilació de la zona d'oficines es farà amb ventilació forçada, degut a que la distribució està dividida en estances petites i que no totes tenen contacte directe amb les façanes. A demés algunes estances no disposen de finestra. El càlcul de la ventilació de les oficines es troba en 3.6. Annex VI. Instal·lació renovació d'aire.

La ventilació en la zona de magatzem es fa amb ventilació natural.

Segons la taula 2 de la norma UNE 100-011-91, el local tipus magatzem necessita un caudal d'aire exterior entre 0,75 a 3 l/s / m². S'agafa el terme mig que es 1,8 l/s / m².

Sent 9.010,74 m³ el volum de la zona de magatzem.

$$\text{Caudal aire} = \text{caudal aire exterior} \cdot \text{volum}$$

Eq. 4

Substituint es té que:

$$Caudal\ aire = 16.219,33\ m^3/h\ (4,5\ m^3/s)$$

Considerant que la velocitat de l'aire és 0,5 m/s, la superfície de ventilació natural és:

$$Superfície\ ventilació\ natural = \frac{Caudal\ aire}{velocitat\ aire}$$

Eq. 5

$$Superfície\ ventilació\ natural = 9\ m^2$$

Eq. 6

Es té que la superfície necessària per a la ventilació natural és 9 m².

Aquests 9 m² es distribueixen en dos façanes oposades, és a dir, en la façana nord i en la façana sud. Es col·loquen 9 finestres de 1x1 m en cada façana, distribuïdes segons plànol 10.

3.1.4. Aïllament

L'aïllament de parets, cobertes, forjats i terra en contacte amb el terreny són una peça clau de la nau per a disminuir el consum de calefacció i refrigeració. Cal tenir cura de quins elements es fiquen. En aquest apartat es detallen les diferents alternatives de materials i la solució adoptada.

3.1.4.1. Parets exteriors

Per a escollir el tancament exterior que aïllés tèrmicament millor, es van mirar 3 tipus:

- **Opció primera** (Figura 51): es tracta d'un mur compost per 30 cm de formigó armat + espuma de poliuretà de 3 cm + làmina de polietilè de 0,05 mm + cambra d'aire de 2 cm + totxo de 9 cm + enguixat de 1,5 cm. Aquest mur té el coeficient de transmissió tèrmic 0,5 W/m² °C.

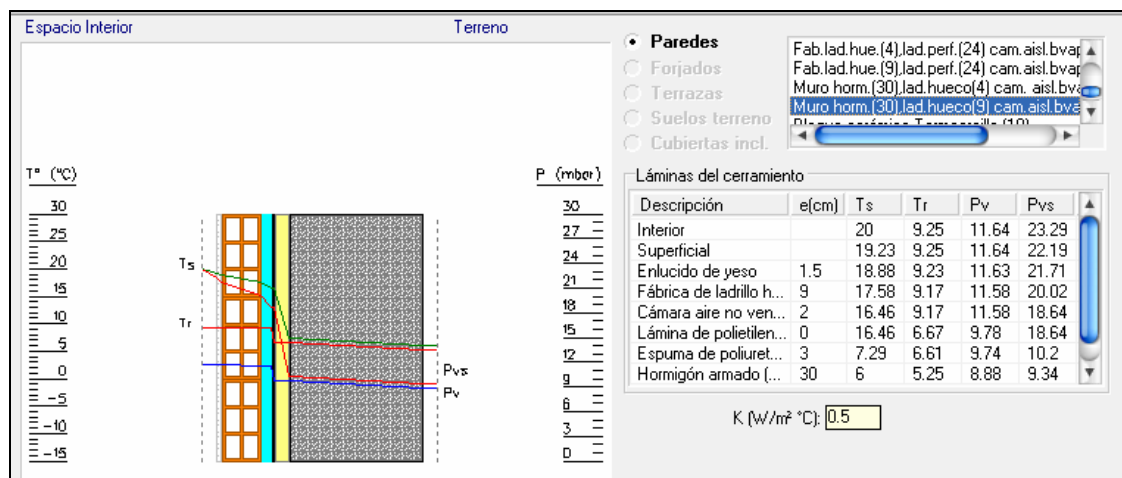


Figura 51. Opció primera de tancament

- **Opció segona** (Figura 52): es tracta d'un mur compost per 1,5 cm de morter de ciment + 19 cm de bloc de termoarcilla + espuma de poliuretà de 3 cm + làmina de polietilè de 0,05 mm + cambra d'aire de 2 cm + totxo de 4 cm + enguixat de 1,5 cm. Aquest mur té el coeficient de transmissió tèrmic 0,37 W/m² °C

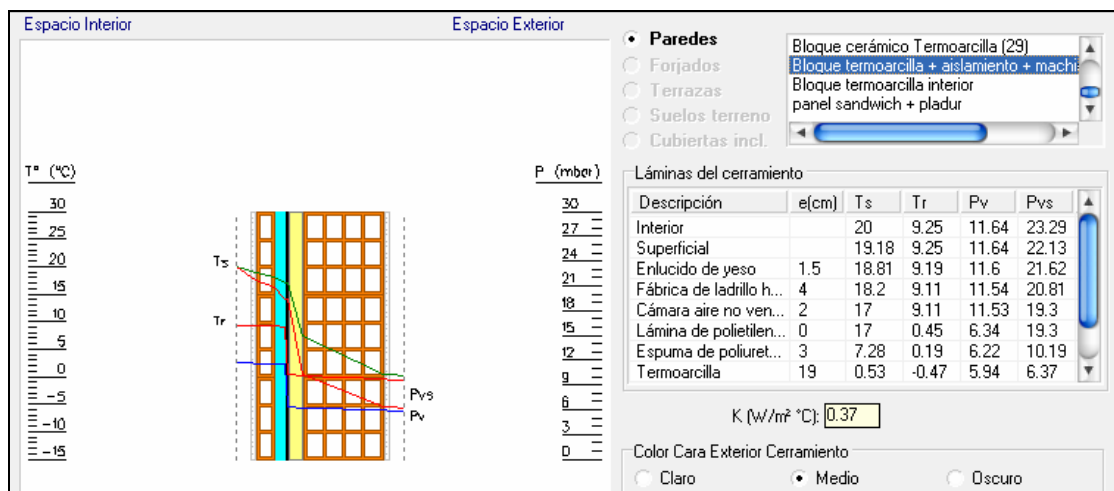


Figura 52. Opció segona de tancament

- **Opció tercera** (Figura 53): es tracta d'un mur compost per panel sandwich (fundició d'acer de 0,1 cm + làmina de polietilè de 0,05 mm + llana mineral tipus V de 19,7 cm + fundició d'acer de 0,1 cm) + tansdossat de pladur (cambra d'aire de 1 cm + llana mineral tipus I de 4 cm + placa de cartró-guix de 1,5 cm). Aquest mur té el coeficient de transmissió tèrmic 0,15 W/m² °C.

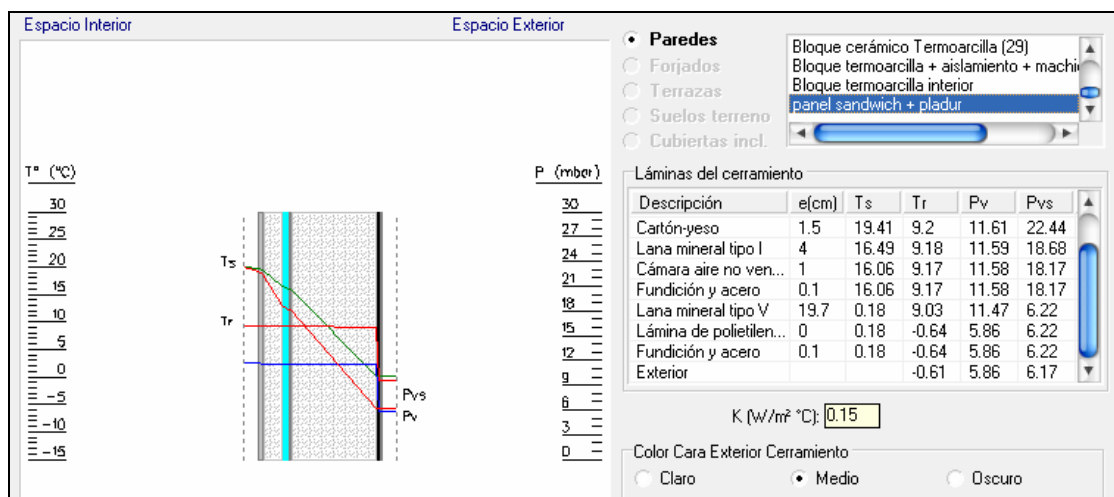


Figura 53. Opció tercera del tancament

Quan més petit és el coeficient de transmissió tèrmica, menys calor deixarà passar i més aïllarà tèrmicament el mur. En aquest cas, el valor més baix és l'opció 3 de tancament.

En les oficines es col·locarà un mur compost per panel sandwich i trasdossat de pladur. En el magatzem només es col·locarà panell sandwich.

3.1.4.2. Parets interiors

Es compara el col·locar envà ceràmic i envà de cartró-guix amb llana minera.

- **Envà ceràmic de 7 cm de gruix**, compost per 1,5 cm d'enguixat + 4 cm de totxo perforat + 1,5 cm d'enguixat. El coeficient de transmissió tèrmic és de $2,49 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Space interior

Cerramientos
Descripción fábrica: Tabique lad.hueco sencillo (panderete)

Crear Renombrar Borrar Copiar

Láminas del cerramiento

	Descripción láminas	Espesor(cm)
1	Enlucido de yeso	1.5
2	Fábrica de ladrillo hueco	4
3	Enlucido de yeso	1.5

Añadir Lámina Insertar Lámina Borrar Lámina

K (W/m² °C): 2.49

- **Envà de cartró-guix amb llana mineral de 7 cm de gruix**, compost per placa de 1,5 cm de cartró-guix + 4 cm de llana mineral de 4 cm + 1,5 cm placa de 1,5 cm de cartró-guix. El coeficient de transmissió tèrmic és de $0,72 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Space interior

Cerramientos
Descripción fábrica: Cartró-guix

Crear Renombrar Borrar Copiar

Láminas del cerramiento

	Descripción láminas	Espesor(cm)
1	Cartón-yeso	1.5
2	Lana mineral tipo II	4
3	Cartón-yeso	1.5

Añadir Lámina Insertar Lámina Borrar Lámina

K (W/m² °C): 0.72

S'observa molta diferència en el coeficient de transmissió tèrmic entre un envà i l'altre. Com abans, s'escull l'envà que menor coeficient té, que en aquest cas és l'envà de cartró-guix amb llana mineral, ja que és millor aïllant tèrmic.

3.1.4.3. Coberta

La coberta s'acostuma a realitzar habitualment en el sector, amb panell sandwich. En aquest cas, es busca el panell sandwich més aïllant tèrmicament representada en la Figura 54. Està compost per 0,15 cm de fundició i acer + llana mineral tipus V + cambra d'aire no ventilada de 1 cm + paper Kraft + fundició i acer de 0,15 cm. El coeficient de transmissió tèrmic és de 0,47 W/m² °C.

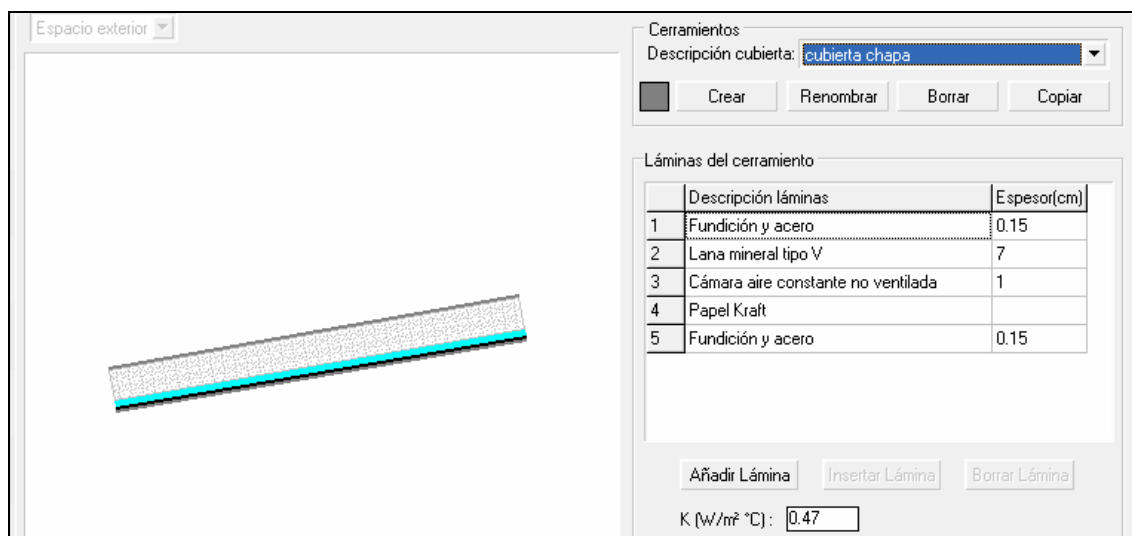


Figura 54. Coberta de panell sandwich

3.1.4.4. Forjats

Només hi haurà forjat en les oficines, entre la planta baixa i la planta primera. Aquest tindrà en la part de sota fals sostre, per a poder passar les instal·lacions d'electricitat, llum, aigua, climatització ... El detall del forjat es veu en la Figura 55.

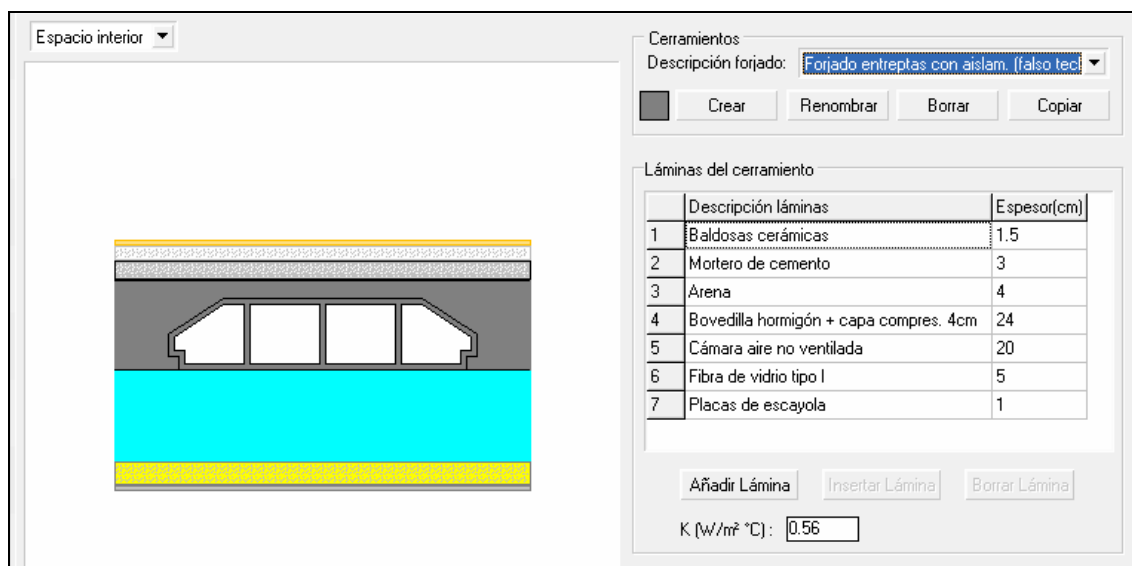


Figura 55. Forjat de les oficines

3.1.4.5. Terra en contacte amb el terreny

El terra de la planta baixa, es col·loca escuma de poliuretà conformat i làmines bituminoses per augmentar l'aïllament tèrmic (Figura 56).

Figura 56 shows a software interface for defining floor construction layers. The interface includes a cross-section diagram on the left and a table of layers on the right. The table lists the following layers:

	Descripción láminas	Espesor(cm)
1	Baldosas cerámicas	1.5
2	Mortero de cemento	3
3	Árena	4
4	Hormigón en masa, áridos ordinarios, sin vit	10
5	Espuma de poliuretano conformado tipo I	3
6	Láminas bituminosas	0.4
7	Mortero de cemento	3
8	Grava rodada o de machaqueo	20

Below the table, the thermal conductivity K is calculated as $0.53 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Figura 56. Terra en contacte amb el terreny

3.1.5. Acristalament

De les diferents possibilitats de vidres que hi ha en el mercat (senzill, absorbent, doble, triple, pintat, de color), el que té un coeficient més baix de transmissió tèrmic és el de color (millor que l'absorbent que es troba entre els valors de 0,8 a 0,62 $\text{W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$).

El vidre escollir és el opalescent fosc amb coeficient de transmissió tèrmica de 0,37 $\text{W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Figura 57 shows a software interface for selecting glass types. The interface includes a table with the following columns:

TIPO DE VIDRIO	SIN PERS. O PANT.	PERS. VENECIANAS INT. O CORTINAS DE TELA			PERS. VENECIANAS EXTERIORES		PERSIANA EXTERIOR		CORTINA EXTERIOR DE TELA	
		Color claro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Ext. claro Int. oscuro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Color medio u oscuro
Ámbar	0.7									
Rojo oscuro	0.56									
Azul	0.6									
Gris	0.32									
Gris-verde	0.46									
Opalescente claro	0.43									
Opalescente oscuro	0.37									

The 'Opalescente oscuro' option is highlighted with a value of 0.37.

Figura 57. Tipus de vidres de color

3.1.6. II·luminació natural

En les dos plantes de les oficines es col·loquen finestres amb vidre de color opalescent fosc amb factor atenuació de radiació solar de 0,37 de doble vidre i càmera aire 12mm.

En la planta primera de les oficines es col·loca tragallums tubulars que capturen la llum solar del teulat i el redirigeix cap a l'interior, difuminant-la per tota l'estança (Figura 58), que seran complementaria a la il·luminació produïda amb instal·lació elèctrica.



Figura 58. Tragallum tubular marca SOLARTUBE.

En el magatzem es pretén que la llum que incideix per les finestres situades en la coberta, siguin suficient per il·luminar durant el dia el interior. Per això s'ha fet un anàlisi lumínic amb el programa DIALUX 4.4. En la Figura 59, es representa la distribució de finestres en el magatzem. Els elements assenyalats són:

- 1.- Porta de 4 x 4 m
- 2.- Finestra de 1 x 1 m
- 3.- Tragallum col·locat en la coberta de 40 x 2,7 m

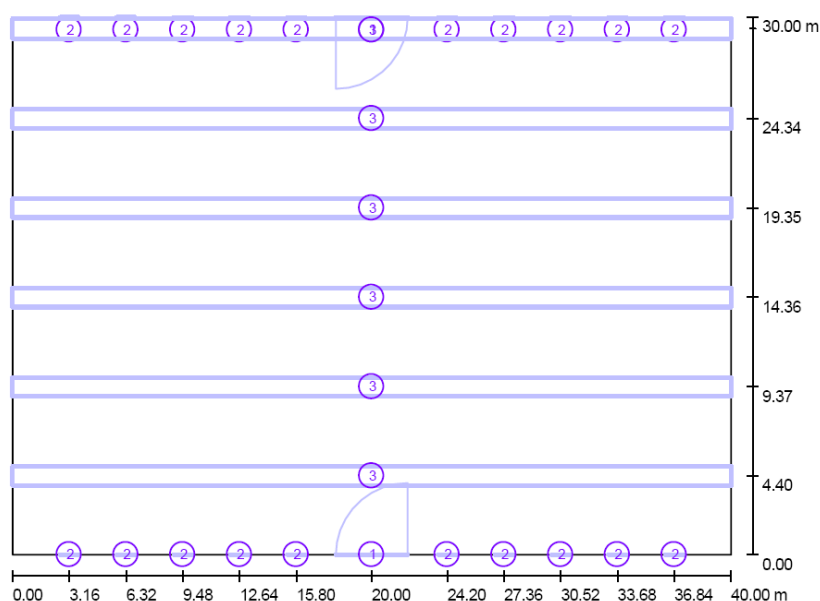


Figura 59. Distribució de finestres en el magatzem.

El anàlisis es fa considerant com a única llum la diürna. Les condicions inicials són:

- Localització: Lleida, longitud 0,35°, latitud 41.37°.
- Data: 21/03/2007, hora 10:28:00
- Model de cel: cel cobert.

Els resultats obtinguts a 0.85 m del terra estan indicats gràficament en la Figura 60 i Figura 61.

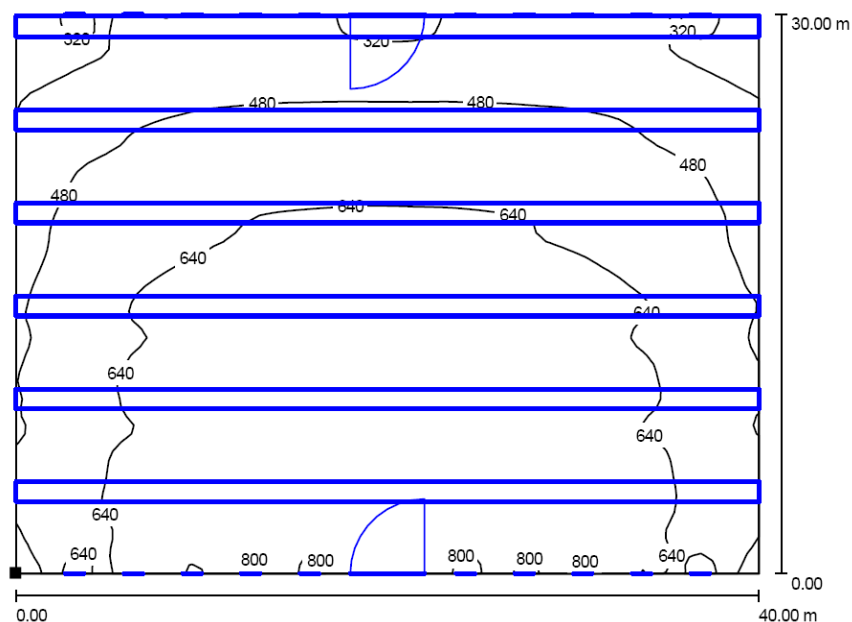


Figura 60. Representació gràfica en lux de la il·luminació natural de la nau.

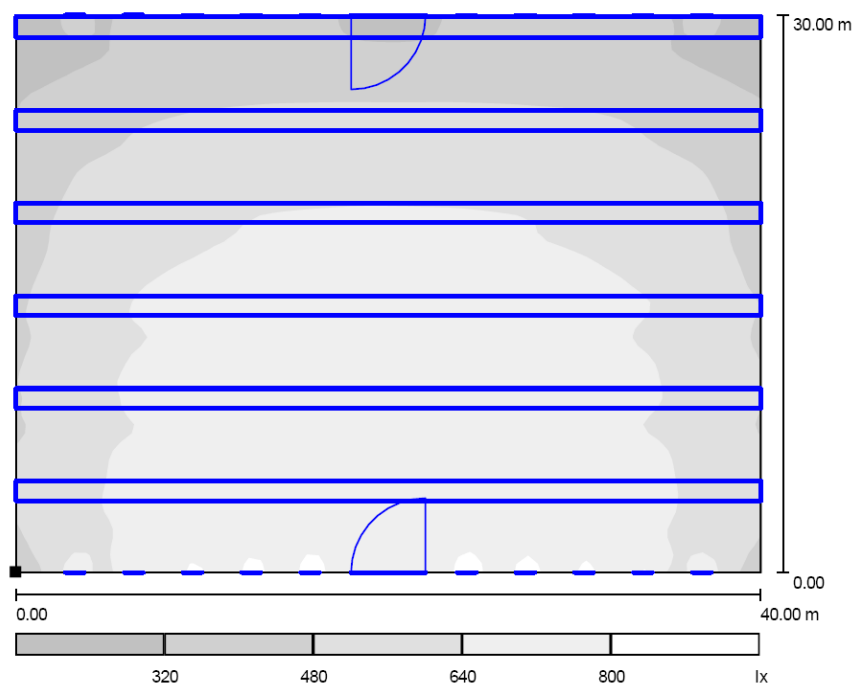


Figura 61. Representació gràfica en escala de grisos de la il·luminació natural del magatzem.

Altura del local: 10.840 m, Factor manteniment: 0.80

Superfície	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	587	189	954	0.32
Suelo	20	570	199	778	0.35
Techo	70	222	200	258	0.90
Paredes (4)	50	343	121	801	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Escena de luz diurna pura, sin participación de luminarias.

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
587	189	954	0.32	0.20

Els resultat és que la llum mitja en el magatzem és de 587 lx.

En la Figura 62 es representa una panoràmica lumínica del magatzem.

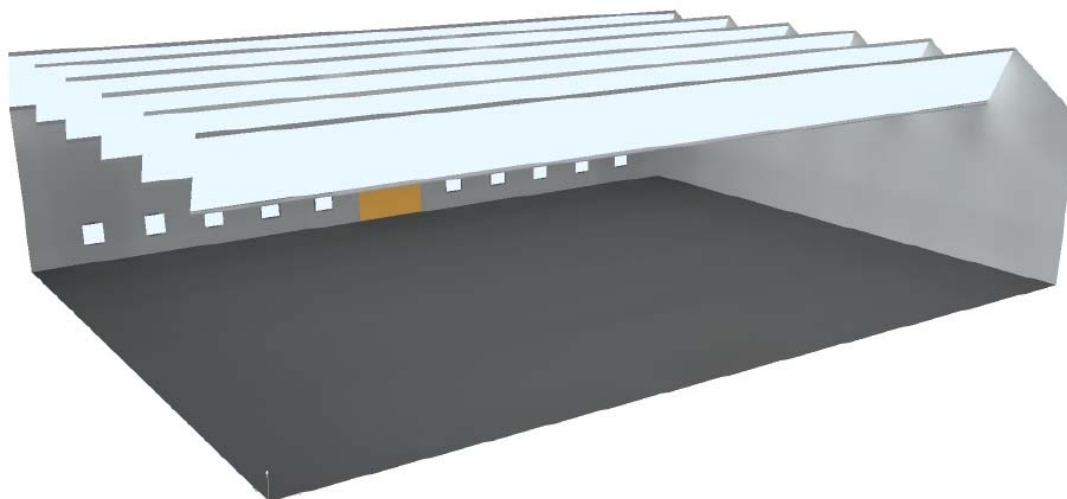


Figura 62. Representació panoràmica de la il·luminació natural del magatzem.

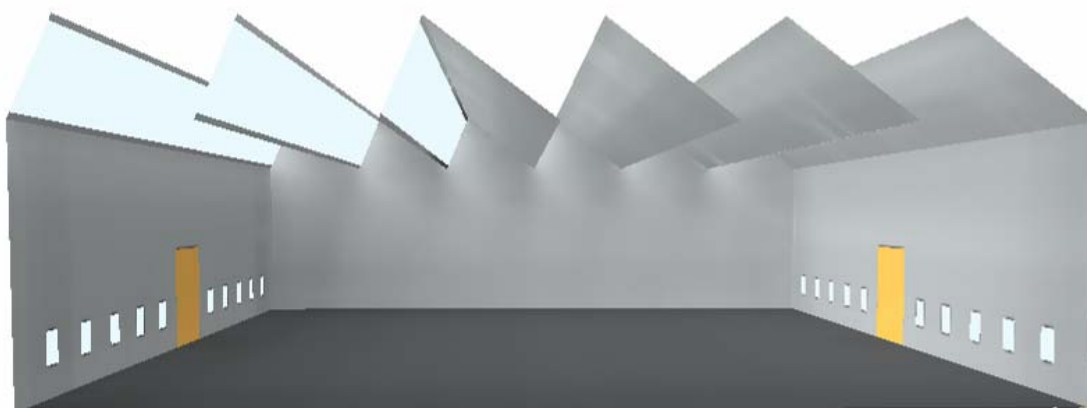


Figura 63. Representació lateral de la il·luminació natural del magatzem.

En conclusió, la il·luminació mitjana és de 587 lux, la luminància en servei està dintre dels requeriments visuals normals de una industria en general (Taula 6). Es recomana fer una il·luminació amb instal·lació elèctrica per aquelles hores del dia que no es rep la llum solar.

Tasques classes de local	Luminància mitja en servei (lux)		
	Mínim	Recomanat	Òptim
Industria (en general)			
Treballs amb requeriments visuals limitats	200	300	500
Treballs amb requeriments visuals normals	500	750	1000
Treballs amb requeriments visuals especials	1000	1500	2000

Taula 6. Luminància mitja en servei (lux) en indústries.



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

3.2. ANNEX II. CÀRREGUES TÈRMIQUES



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

3.2.1. Resum de fórmules

3.2.1.1. Càrrega tèrmica de calefacció d'un local "Qc"

$$Q_c = (Q_{st} + Q_{si} - Q_{saip}) \cdot (1+F)$$

Sent:

Q_{st} = Pèrdua de calor sensible per transmissió a través dels tancaments (W).

Q_{si} = Pèrdua de calor sensible per infiltracions d'aire exterior (W).

Q_{saip} = Guany de calor sensible per aportacions internes permanents (W).

F = Suplements (tant per un com per l'altre).

3.2.1.2. Pèrdua de calor sensible per transmissió a través dels tancaments "Qst"

$$Q_{st} = K \cdot A \cdot (T_i - T_e)$$

Sent:

K = Coeficient de transmissió tèrmica del tancament ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$). Obtingut segons CTE.

A = Superfície del tancament (m^2).

T_i = Temperatura interior de disseny del local ($^\circ C$).

T_e = Temperatura de disseny a l'altre canto del tancament ($^\circ C$).

3.2.1.3. Pèrdua de calor sensible per infiltracions d'aire exterior "Qsi"

$$Q_{si} = V_{ae} \cdot 0,33 \cdot (T_i - T_e)$$

Sent:

V_{ae} = Cabal d'aire exterior fred que s'introdueix en el local (m^3/h).

T_i = Temperatura interior de disseny del local ($^\circ C$).

T_e = Temperatura exterior de disseny ($^\circ C$).

El cabal d'aire exterior " V_{ae} " s'estima com el major dels descrits a continuació (2 mètodes).

3.2.1.3.1. Infiltracions d'aire exterior pel mètode de les Escletxes "Vi"

$$V_i = (\sum_i f_i \cdot L_i) \cdot R \cdot H$$

Sent:

f = Coeficient de infiltració de portes i finestres exteriors sotmeses a l'acció del vent, a sobrevent ($m^3/h \cdot m$).

L = Longitud d'escletxes de portes i finestres exteriors sotmeses a l'acció del vent, a sobrevent (m).

R = Coeficient característic del local. Segons RIESTSCHEL I RAISS ve donat per:

$$R = 1 / [1 + (\sum_j f_j \cdot L_j / \sum_n f_n \cdot L_n)]$$

$\sum_j f_j \cdot L_j$ = Cabal d'aire infiltrat per portes i finestres exteriors sotmeses a l'acció del vent, a sobrevent (m^3/h).

$\sum_n f_n \cdot L_n$ = Cabal d'aire exfiltrat a través de buits exteriors situats a sotavent o bé a través de buits interiors del local (m^3/h).

H = Coeficient característic de l'edifici. S'obté en funció del vent dominant, el tipus i la situació de l'edifici.

3.2.1.3.2. Cabal d'aire exterior per la taxa de Renovació Horària " V_r "

$$V_r = V \cdot n$$

Sent:

V = Volum del local (m^3).

n = Número de renovacions per hora (ren/h).

3.2.1.3.3. Guanys de calor sensible per aportacions internes permanents " Q_{saip} "

$$Q_{saip} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{sv}$$

Sent:

Q_{sil} = Guany intern de calor sensible per il·luminació (W).

Q_{sp} = Guany intern de calor sensible degut als Ocupants (W).

Q_{sv} = Guany intern de calor sensible per Aparells diversos (motors elèctrics, ordinadors, etc).

3.2.1.3.4. Suplements

$$F = Z_o + Z_{is} + Z_{pe}$$

Sent:

Z_o = Suplement per orientació Nord.

Z_{is} = Suplement per interrupció del servei.

Z_{pe} = Suplement per més de 2 parets exteriors.

3.2.1.4. Càrrega Tèrmica de refrigeració d'un local

La carga tèrmica de refrigeració d'un local "Q_r" s'obté:

$$Q_r = Q_s + Q_l$$

Sent:

Q_s = Aportació o carga tèrmica sensible (W).

Q_l = Aportació o carga tèrmica latent (W).

La carga tèrmica efectiva de refrigeració d'un local "Q_{re}" s'obté:

$$Q_{re} = Q_{se} + Q_{le}$$

Sent:

Q_{se} = Carga tèrmica sensible efectiva (W).

Q_{le} = Carga tèrmica latent efectiva (W).

3.2.1.4.1. Càrrega tèrmica sensible "Q_s"

$$Q_s = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sai}$$

Sent:

Q_{sr} = Calor per radiació solar a través de cristall (W).

Q_{str} = Calor per transmissió i radiació a través de parets i sostres exteriors (W).

Q_{st} = Calor per transmissió a través de parets, teulades i portes interiors, sols i finestres (W).

Q_{si} = Calor sensible per infiltracions d'aire exterior (W).

Q_{sai} = Calor sensible per aportacions internes (W).

3.2.1.4.1.1 Calor per radiació solar a través de cristall "Q_{sr}"

$$Q_{sr} = R \cdot A \cdot f_{cr} \cdot f_{at} \cdot f_{alm}$$

Sent:

R = Radiació solar (W/m²).

-Amb emmagatzematge, R = Màxima aportació solar, a través de vidre senzill, corresponent a l'orientació, mes i latitud considerats.

-Sens emmagatzematge, R = Aportació solar, a través de vidre senzill, corresponent a l'hora, orientació, mes i latitud considerats.

A = Superfície de la finestra (m²).

f_{cr} = Factor de correcció de la radiació solar.

- Marc metàl·lic o cap marc (+17%).

- Contaminació atmosfèrica (-15% màx.).
- Altitud (+0,7% per 300 m).
- Punt de rosada superior a 19,5 °C (-14% per 10 °C sense emmagat., -5% per 4 °C amb emmagat.).
- Punt de rosada inferior a 19,5 °C (+14% per 10 °C sense emmagat., +5% per 4 °C amb emmagat.).

f_{at} = Factor d'atenuació per persianes o altres elements.

f_{alm} = Factor d'emmagatzematge a les estructures de l'edifici.

3.2.1.4.1.2 Calor per transmissió i radiació a través de parets i sostres exteriors "Q_{str}"

$$Q_{str} = K \cdot A \cdot DET$$

Sent:

K = Coeficient de transmissió tèrmica del tancament (W/m² °C). Obtingut segons CTE.

A = Superfície del tancament.

DET = Diferència equivalent de temperatures (°C).

$$DET = a + DET_s + b \cdot (R_s/R_m) \cdot (DET_m - DET_s)$$

Sent:

a = Coeficient corrector que té amb compte:

- Un increment diferent de 8° C entre les temperatures interior i exterior (aquesta última presa a les 15 hores del mes considerat).
- Una OMD diferent d' 11° C.

DET_s = Diferència equivalent de temperatura a l'hora considerada per al tancament a l'ombra.

DET_m = Diferència equivalent de temperatura a l'hora considerada per al tancament assolat.

b = Coeficient corrector que considera el color de la cara exterior de la paret.

- Color fosc, b=1.
- Color mig, b=0,78
- Color clar, b=0,55.

R_s = Màxima insolació, corresponent al mes i latitud suposats per a l'orientació considerada.

R_m = Màxima insolació, corresponent al mes de Juliol i a 40° de latitud Nord, per a l'orientació considerada.

3.2.1.4.1.3 Calor per transmissió a través de parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Q_{st}"

$$Q_{st} = K \cdot A \cdot (T_e - T_i)$$

Sent:

K = Coeficient de transmissió tèrmica del tancament (W/m² °C). Obtingut segons CTE.

A = Superfície del tancament (m²).

T_e = Temperatura de disseny a l'altre canto del tancament (°C).

T_i = Temperatura interior de disseny del local (°C).

3.2.1.4.1.4 Calor sensible per infiltracions d'aire exterior "Q_{si}"

$$Q_{si} = V_{ae} \cdot 0,33 \cdot (T_e - T_i)$$

Sent:

V_{ae} = Caudal d'aire exterior calent que s'introdueix en el local (m³/h).

T_e = Temperatura exterior de disseny (°C).

T_i = Temperatura interior de disseny del local (°C).

El cabal d'aire exterior s'estima per la taxa de Renovació Horària "V_r".

$$V_r = V \cdot n$$

Sent:

V = Volum del local (m³).

n = Número de renovacions per hora (ren/h).

3.2.1.4.1.5 Calor sensible per aportacions internes "Q_{sai}"

$$Q_{sai} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{sv}$$

Sent:

Q_{sil} = Guany intern de calor sensible per il·luminació (W).

Q_{sp} = Guany intern de calor sensible degut als Ocupants (W).

Q_{sv} = Guany intern de calor sensible per Aparells diversos (motors elèctrics, ordinadors, etc) (W).

3.2.1.4.2. Càrrega tèrmica sensible efectiva "Q_{se}"

$$Q_{se} = Q_s + Q_{sv}$$

Sent:

Q_s = Carga tèrmica sensible (W).

Q_{SV} = Calor sensible per aire de ventilació a través del climatitzador (W).

3.2.1.4.2.1 Calor sensible per aire de ventilació " Q_{SV} "

$$Q_{SV} = V_{AV} \cdot 0,33 \cdot f \cdot (T_e - T_i)$$

Sent:

V_{AV} = Cabal d'aire exterior necessari per a la ventilació del local. Estimat segons UNE 100011 (m³/h per persona, superfície i local).

f = Factor de bypass de l'equip condicionador.

T_e = Temperatura exterior de disseny (°C).

T_i = Temperatura interior de disseny (°C).

3.2.1.5. Càrrega tèrmica latent " Q_l "

$$Q_l = Q_{li} + Q_{lai}$$

Sent:

Q_{li} = Calor latent per infiltracions d'aire exterior (W).

Q_{lai} = Calor latent per aportacions internes (W).

3.2.1.5.1. Calor latent per infiltracions d'aire exterior " Q_{li} "

$$Q_{li} = V_{ae} \cdot 0,84 \cdot (W_e - W_i)$$

Sent:

V_{ae} = Cabal d'aire exterior calent que s'introdueix al local (m³/h).

W_e = Humitat absoluta de l'aire exterior (gw/Kga).

W_i = Humitat absoluta de l'aire interior (gw/Kga).

El cabal d'aire exterior s'estima per la taxa de Renovació Horària " V_r ".

$$V_r = V \cdot n$$

Sent:

V = Volum del local (m³).

n = Número de renovacions per hora (ren/h).

3.2.1.5.2. Calor latent per aportacions internes " Q_{lai} "

$$Q_{lai} = Q_{lp} + Q_{lv}$$

Sent:

Q_{lp} = Guany intern de calor latent degut als Ocupants (W).

Q_{IV} = Guany intern de calor latent per Aparells diversos (cafetera, fregidora, etc) (W).

3.2.1.6. Càrrega tèrmica latent efectiva "Q_{le}"

$$Q_{le} = Q_l + Q_{IV}$$

Sent:

Q_l = Carga tèrmica latent (W).

Q_{IV} = Calor latent per aire de ventilació a través del climatitzador (W).

3.2.1.6.1. Calor latent per aire de ventilació "Q_{lv}"

$$Q_{lv} = V_{av} \cdot 0,84 \cdot f \cdot (W_e - W_i)$$

Sent:

V_{av} = Cabal d'aire exterior necessari per a la ventilació del local. Estimat segons UNE 100011 (m³/h per persona, superfície i local).

f = Factor de bypass de l'equipo condicionador.

W_e = Humitat absoluta de l'aire exterior (gw/Kga).

W_i = Humitat absoluta de l'aire interior (gw/Kga).

3.2.1.7. Coeficient de transmissió tèrmica dels tancaments "K"

$$K = 1 / (1/h_i + 1/h_e + \sum_i e_i/\lambda_i + r_c + r_f)$$

Sent:

K = Coeficient de transmissió tèrmica del tancament (W/m² °C).

$1/h_i$ = Resistència tèrmica superficial interior (m² °C / W).

$1/h_e$ = Resistència tèrmica superficial exterior (m² °C / W).

e = Gruix de les làmines del tancament (m).

λ = Conductivitat tèrmica de les làmines del tancament (W/m °C).

r_c = Resistència tèrmica de la càmera d'aire (m² °C / W).

r_f = Resistència tèrmica del forjat (m² °C/W).

Si el tancament te una càmera d'aire mitjanament ventilada, K s'obté:

$$K = K_1 + \alpha (K_2 - K_1)$$

Sent:

K_1 = Coeficient calculat per la fórmula anterior (W/m² °C).

$K_2 = 1 / (1/h_i + 1/h_i + R_i)$.

R_i = Resistència tèrmica de la fulla interior del tancament ($m^2 \text{ } ^\circ\text{C} / W$).

α = Coeficient de ventilació de la càmera. S'obté de NBE CT-79, Anexe 2.

Si el tancament te una càmera d'aire molt ventilada, K s'obté

$$K = 1 / (1/h_i + 1/h_i + R_i)$$

Si el tancament te una càmera d'aire de gruix variable (golfes, etc.) dèbilment ventilada, K s'obté:

$$K = 1 / [1/K_f + (A_f/\sum K_e \cdot A_e)]$$

Si:

K_f = Coeficient de transmissió del forjat ($W/m^2 \text{ } ^\circ\text{C}$).

A_f = Superfície del forjat (m^2).

$\sum (K_e \cdot A_e)$ = Suma dels productes $K_e \cdot A_e$ dels tancaments exteriors que delimiten el espai d'aire ($W/ \text{ } ^\circ\text{C}$).

Si el tancament te una càmera d'aire de gruix variable (golfes, etc.) mitjanament ventilada, K s'obté:

$$K = 1 / [1/K_f + 1/(\alpha + \sum K_e \cdot A_e/A_f)]$$

Sent:

$$\alpha = 5 W/m^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Per a tancament amb contacte amb el terreny i que tinguin una càmera d'aire entre el forjat i aquest terreny, K s'obté:

$$K = 1 / [1/K_f + 1/(\alpha + 3 \cdot l_{ex}/A)]$$

Sent:

K_f = Coeficient de transmissió del forjat ($W/m^2 \text{ } ^\circ\text{C}$).

l_{ex} = Perímetre exterior de la càmera (m).

A = Superfície de la càmera (m^2).

α = Coeficient de ventilació de la càmera. S'obté de NBE CT-79, Anexe 2.

3.2.1.8. Condensacions

3.2.1.8.1. Temperatura superficial interior i temperatura a les cares interiors del tancament

$$T_x = T_{x-1} - [(T_i - T_e) \cdot R_{(x,x-1)}/R_T]$$

Sent:

T_x = Temperatura a la cara x ($^\circ\text{C}$).

T_{x-1} = Temperatura a la cara x-1 ($^\circ\text{C}$).

T_i = Temperatura interior ($^\circ\text{C}$).

T_e = Temperatura exterior ($^{\circ}\text{C}$).

$R_{(x,x-1)}$ = Resistència tèrmica de la làmina compresa entre las superfícies x i x-1 ($\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C} / \text{W}$).

R_T = Resistència tèrmica total del tancament ($\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C} / \text{W}$).

3.2.1.8.2. Pressió de vapor de saturació a la superfície interior i a les cares interiors del tancament

$$P_{vs_x} = e [A - B/T_x]$$

Sent:

P_{vs_x} = Pressió de vapor de saturació a la cara x (bar).

T_x = Temperatura a la cara x ($^{\circ}\text{K}$).

A, B = Coeficients en funció de la temperatura a la cara x.

3.2.1.8.3. Pressió de vapor a la superfície interior i a les cares interiors del tancament

$$P_{v_x} = P_{v_{x-1}} - [(P_{v_i} - P_{v_e}) \cdot R_{v(x, x-1)} / R_{v_T}]$$

Sent:

P_{v_x} = Pressió de vapor a la cara x (mbar).

$P_{v_{x-1}}$ = Pressió de vapor a la cara x-1 (mbar).

P_{v_i} = Pressió de vapor interior (mbar).

P_{v_e} = Pressió de vapor exterior (mbar).

$R_{v(x, x-1)}$ = Resistència al vapor de la làmina compresa entre les superfícies x i x-1 ($\text{MN} \cdot \text{s/g}$).

R_{v_T} = Resistència al vapor total del tancament ($\text{MN} \cdot \text{s/g}$).

3.2.1.8.4. Temperatura de rosada a la superfície interior i a les cares interiors del tancament

$$T_{R_x} = B / (A - \ln P_{v_x})$$

Sent:

T_{R_x} = Temperatura de rosada a la cara x ($^{\circ}\text{K}$).

P_{v_x} = Pressió de vapor a la cara x (bar).

A, B = Coeficients en funció de la temperatura a la cara x.

3.2.2. Dades generals

3.2.2.1. Descripció arquitectònica de l'edifici

OFICINES

Resum dimensional de les estances de planta baixa:

Denominació Local	Superfície (m²)	Volum (m³)
Sala de treball i administració	120,82	291,77
Sala d'ordinadors	9,89	22,67
sala de reunions	14,18	34,25
despatx 1	13,26	32,01
escales	13,30	32,12
despatx 2	13,23	31,96
Atenció al client	81,98	197,97
Lavabo homes	5,40	13,05
Lavabo dones	5,38	12,99

Resum dimensional de les estances de planta primera:

Denominació Local	Superfície (m²)	Volum (m³)
Despatx 3	6,36	17,28
Despatx 4	6,74	18,30
Pas 1	17,72	48,10
Pas 2	10,53	28,60
Sala de treball	53,11	144,16
Despatx 5	19,02	51,69
Escala - sal d'espera	19,78	53,73
Despatx direcció	37,73	102,42
Office	13,86	37,63
Vestuari homes	12,81	34,76
Vestuari dones	16,41	44,55

MAGATZEM

Resum dimensional de les estances de planta baixa:

Denominació Local	Superfície (m²)	Volum (m³)
Magatzem	1.175,54	9.010,74

3.2.2.2. Descripció dels tancaments

3.2.2.2.1. Parets

- Descripció de la fàbrica: Cartró-guix

Descripció làmines	Gruix (cm)	Ts (°C)	Tr (°C)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Interior					
Panel cartró-guix	1,5				
Llana mineral tipus II	4,0				
Panel cartró-guix	1,5				
Superficial					
Interior					

K (W/m² °C): 0,72

Kg/m² : 42

- Descripció de la fàbrica: panel sandwich + pladur

Descripció làmines	Gruix (cm)	Ts (°C)	Tr (°C)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Interior		20,00	9,25	11,64	23,29
Superficial		19,66	9,25	11,64	22,80
Cartró guix	1,5	19,41	9,20	11,61	22,44
Llana mineral tipus I	4,0	16,49	9,18	11,59	18,68
Càmera aire no ventilada	1,0	16,06	9,17	11,58	18,17
Fossa i acer	0,1	16,06	9,17	11,58	18,17
Llana mineral tipus V	19,7	0,18	9,03	11,47	6,22
Làmina de polietilè de 0,05 mm		0,18	-0,64	5,86	6,22
Fossa i acer	0,1	0,18	-0,64	5,86	6,22
Exterior		0,00	-0,61	5,86	6,17

K (W/m² °C): 0,15

Kg/m² : 57,4

Color: Mig

- Descripció de la fàbrica: panel sandwich

Descripció làmines	Gruix (cm)	Ts (°C)	Tr (°C)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Interior		20	9,25	11,64	23,29
Superficial		19,59	9,25	11,64	22,7
Fossa i acer	0,1	19,59	9,25	11,64	22,7
Llana mineral tipus V	19,7	0,22	9,1	11,53	6,24
Làmina de polietilè de 0,05 mm		0,22	-0,64	5,86	6,24
Fossa i acer	0,1	0,22	-0,64	5,86	6,24
Exterior		0	-0,61	5,86	6,17

K (W/m² °C): 0.19

Kg/m² : 42.29

Color: Mig

3.2.2.2.2. Forjats

- Descripció de la fàbrica: Forjat entre plantes amb aïllament. (fals sostre)

Descripció làmines	Gruix (cm)	Ts (°C)	Tr (°C)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Interior					
Rajoles ceràmiques	1,5				
Morter de ciment	3				
Arena	4				
Bovedilla formigó + capa compres. 4cm	24				
Cambra aire no ventilada	20				
Fibra de vidre tipus I	5				
Plaques de guix	1				
Superficial					
Interior					

K flux ascendent (W/m² °C): 0.56

K flux descendent (W/m² °C): 0.5

Kg/m² : 413.2

3.2.2.2.3. Cobertes

- Descripció de la fàbrica: coberta xapa + fals sostre

Descripció làmines	gruix (cm)	Ts (°C)	Tr (°C)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Exterior		0	-0,61	5,86	6,17
Fossa i acer	0,1	0,36	-0,64	5,86	6,3
Càmera aire constant no ventilada	10	0,36	-0,64	5,86	6,3
Espuma de poliuretà aplicat in situ tipus I	3	1,5	0,83	6,51	6,83
Paper Kraft		10,82	5,81	9,22	12,92
Càmera aire constant no ventilada	10	10,82	6,6	9,73	12,92
Llana mineral tipus I	4	11,96	7,55	10,39	13,93
Cartró - guix	1,5	18,76	8,19	10,84	21,56
Superficial		19,36	9,25	11,64	22,37
Interior		20	9,25	11,64	23,29

K flux ascendent ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$): 0.36
K flux descendent ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$): 0.34
 Kg/m^2 : 20.86
Color: Mig

- Descripció de la fàbrica: coberta xapa

Descripció làmines	espessor (cm)	Ts ($^\circ C$)	Tr ($^\circ C$)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Exterior		0	-0,61	5,86	6,17
Fossa i acer	0,2	0,47	-0,64	5,86	6,35
Llana mineral tipus V	7	0,47	-0,64	5,86	6,35
Càmera aire constant no ventilada	1	17,83	6	9,34	20,33
Papel Kraft		19,15	6,4	9,61	22,09
Fossa i acer	0,2	19,15	9,25	11,64	22,09
Superficial		19,15	9,25	11,64	22,09
Interior		20	9,25	11,64	23,29

K flux ascendent ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$): 0.47
K flux descendent ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$): 0.45
 Kg/m^2 : 33
Color: Mig

3.2.2.2.4. Sòls

- Descripció de la fàbrica: Sòls amb barrera granular d'impermeabilització i aïllament

Descripció làmines	Gruix (cm)	Ts ($^\circ C$)	Tr ($^\circ C$)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Interior		20	9,25	11,64	23,29
Superficial		18,78	9,25	11,64	21,58
rajoles ceràmiques	1,5	18,68	9,14	11,56	21,44
Mortor de ciment	3	18,52	9,12	11,54	21,23
Sorra	4	18,03	9,1	11,53	20,58
Formigó en massa, àrids ordinaris, sense vibrar	10	17,41	9,05	11,49	19,8
Espuma de poliuretà composada tipus I	3	8,07	9,03	11,47	10,76
Làmines bituminoses	0,4	7,92	5,33	8,92	10,65
Mortor de ciment	3	7,77	5,3	8,91	10,54
Grava rodada	20	6	5,25	8,88	9,34
Terreny		6	5,25	8,88	9,34

K flux ascendent ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$): 0.53
K flux descendent ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$): 0.51
 Kg/m^2 : 759.86

3.2.2.2.5. Portes

- Tipus de fusteria: FUSTA, Opaca
 $K (W/m^2 \text{ } ^\circ C)$: 2
 $f(m^3/h \cdot m)$: 15
- Tipus de fusteria: METÀL·LICA, envidrament doble càmera de 6mm en 30 a 70% .
 $K (W/m^2 \text{ } ^\circ C)$: 4.8
 $f(m^3/h \cdot m)$: 1.5
- Tipus de fusteria: METÀL·LICA, Opaca
 $K (W/m^2 \text{ } ^\circ C)$: 5.8
 $f(m^3/h \cdot m)$: 1.2
- Tipus de fusteria: METÀL·LICA, Opaca
 $K (W/m^2 \text{ } ^\circ C)$: 4.5
 $f(m^3/h \cdot m)$: 15
- Tipus de fusteria: FUSTA, Opaca
 $K (W/m^2 \text{ } ^\circ C)$: 3.5
 $f(m^3/h \cdot m)$: 2

3.2.2.2.6. Finestres

- Tipus de fusteria: METÀL·LICA, envidrament Doble, càmera aire 12 mm
Vidre: COLOR, Opalescent fosc
Protecció: Sense pers.
 $K (W/m^2 \text{ } ^\circ C)$: 3.7
 $f(m^3/h \cdot m)$: 1.5
Factor atenuació radiació solar: 0.37
- Tipus de fusteria: METÀL·LICA, envidrament Doble, càmera aire 6 mm
Vidre: ABSORBENT, Coeficient d'absorció 0,56 a 0,70
Protecció: Sense pers.
 $K (W/m^2 \text{ } ^\circ C)$: 4
 $f(m^3/h \cdot m)$: 1.5
Factor atenuació radiació solar: 0.62

3.2.3. Fitxa justificativa del càlcul del kg de les oficines

El present quadre expressa que els valors de K especificats per a els diferents elements constructius de l'edifici compleixen els requisits exigits als articles 4.º i 5.º de la Norma Bàsica de la Edificació NBE-CT-79 «Condicions Tèrmiques als Edificis».

Element constructiu			Super. S m²	Coef. K W/m² °C	S•K W/°C	Coef. Correct n	n•Σ s•K W/°C
Apartat E		Tipus	S _E	K _E	S _E •K _E	1	ΣS _E •K _E
Tancaments amb contacte amb l'ambient exterior	Buits exteriors verticals, portes, finestres	Porta	3,86	5,8	22,39	1	
		Finestra	89,33	3,7	330,52		
		Porta	3,44	4,8	16,51		
		Porta	1,93	3,5	6,76		376,18
	Tancaments verticals o inclinats mes de 60° amb l'horitzontal	Paret	256,07	0,15	38,41		
							38,41
	Forjats sobre espais exterior						
Apartat N		Tipus	S _N	K _N	S _N •K _N	0.5	0.5ΣS _N •K _N
Tancaments de separació amb altres edificis o amb locals no calefactats	Tancaments verticals de separació amb locals no calefactats, o mitjaneres					0.5	
	Forjats sobre espais tancats no calefactats d' alçada > 1 m						
	Buits, portes, Finestres						
Apartat Q		Tipus	S _Q	K _Q	S _Q •K _Q	0.8	0.8ΣS _Q •K _Q
Tancaments de sostre o coberta	Buits, lucernaris, claraboies					0.8	
	Terrats (3)						
	Cobertes inclinades menys de 60° amb l'horitzontal	teulada	274,59	0,36	98,85		
							79,08
Apartat S		Tipus	S _S	K _S	S _S •K _S	0.5	0.5ΣS _S •K _S
Tancaments de separació amb el terreny (2)	Soleres	Sòls	276,93	0,51	141,23	0.5	
							70,62
	Forjats sobre càmera d' aire d'alçada ≤1 m						
	Murs soterrats o Semisoterrats						
Σ Total			906,16			Σ Total	564,29

$$\text{Factor de forma } f \text{ en } m^{-1} = \frac{\text{Superfície total } S}{\text{Volum total } V} = \frac{906,16}{1.414,06} = 0,64$$

Exigència de la Norma (Art. 4.º)

Tipus d' Energia	Factor de de forma	Zona Climàtica C, Y ↓	
I →	0,64	→	K _G ≤ 1,05

Compliment de l'exigència de la Norma

K _G de l'edifici =	564,29	
	906,16	= 0,62 ≤ 1,05

3.2.4. Fitxa justificativa del càlcul del kg del magatzem

El present quadre expressa que els valors de K especificats per a els diferents elements constructius de l'edifici compleixen els requisits exigits als articles 4.º i 5.º de la Norma Bàsica de la Edificació NBE-CT-79 «Condicions Tèrmiques als Edificis».

Element constructiu			Super. S m²	Coef. K W/m² °C	S·K W/°C	Coef. Correct n	n·Σ s·K W/°C
Apartat E		Tipus	S _E	K _E	S _E ·K _E	1	Σ S _E ·K _E
Tancaments amb contacte amb l'ambient exterior	Buits exteriors verticals, portes, finestres	Porta	32	5,8	185,6	1	
							185,6
	Tancaments verticals o inclinats mes de 60º amb l'horitzontal	Paret	786,96	0,19	149,52		149,52
	Forjats sobre espais exteriors						
Apartat N		Tipus	S _N	K _N	S _N ·K _N	0.5	0.5Σ S _N ·K _N
Tancaments de separació amb altres edificis o amb locals no calefactats	Tancaments verticals de separació amb locals no calefactats, o mitjaneres	Paret	226,5	0,37	83,81	0.5	
		Paret	672,39	2,49	1.674,25		879,03
	Forjats sobre espais tancats no calefactats d' alçada > 1 m						
	Buits, portes, Finestres						
Apartat Q		Tipus	S _Q	K _Q	S _Q ·K _Q	0.8	0.8Σ S _Q ·K _Q
Tancaments de sostre o coberta	Buits, lucernaris, claraboies					0.8	
	Terrats (3)						
	Cobertes inclinades menys de 60º amb l'horitzontal	teulada	1.394,44	0,47	655,39		524,31
Apartat S		Tipus	S _S	K _S	S _S ·K _S	0.5	0.5Σ S _S ·K _S
Tancaments de separació amb el terreny (2)	Soleres	Terra	1.175,54	0,51	599,53	0.5	
							299,76
	Forjats sobre càmera d' aire d'alçada ≤ 1 m						
	Murs soterrats o Semisoterrats						
Σ Total			4.287,84			Σ Total	2.038,22

$$\text{Factor de forma } f \text{ en } m^{-1} = \frac{\text{Superfície total } S}{\text{Volum total } V} = \frac{4.287,84}{9.010,74} = 0,48$$

Exigencia de la Norma (Art. 4.º)

		Zona Climàtica C, Y
Tipo de Energía	Factor de de forma	↓
I →	0,48	→ K _G ≤ 1,17

Cumplimiento de la exigencia de la Norma

		2.038,22
K _G del edificio =		----- = 0,48 ≤ 1,17
		4.287,84

3.2.5. Condicions exteriors

Localitat Base: Lleida

Localitat Real: Lleida

Altitud s.n.m. (m): 202

Longitud : 0° 37' Est

Latitud : 41° 37' Nord

Zona Climàtica 1 (graus dia 15-15 anuals): C (801 a 1300)

Zona Climàtica 2 (T^a mínimes gener): I (0)

Situació edifici: Edificis separats, o cases de ciutat que sobresurten sensiblement dels seus veïns

Tipus edifici: Edificis de varies plantes o de una sola planta amb vivendes adossades

3.2.5.1. Hivern

Nivell percentil (%): 97.5

T^a seca (°C): -3

T^a seca corregida (°C): -3

T^a terreny (°C): 6

Graus dia anuals base 15°C: 1.269

Intensitat vent dominant (m/s): 4,2

Direcció vent dominant: Nord est

3.2.5.2. Estiu

Mes projecte: Juliol

Hora solar projecte: 17

Nivell percentil (%): 2.5

Oscil·lació mitja diària OMD (°C): 14

Oscil·lació mitja anual OMA (°C): 40,4

T^a seca (°C): 34,3

T^a seca corregida (°C): 33,15

T^a humitat (°C): 20,2

T^a humitat corregida (°C): 19,9

Humitat relativa (%): 28,59

Humitat absoluta (gw/kg): 9,04

T^a terreny (°C): 30,15

3.2.6. Condicions interiors

3.2.6.1. Hivern

T^a locals no calefactats (°C): 8

Interrupció servei instal·lació calefacció: Mes de 10 hores aturada

3.2.6.2. Estiu

T^a locals no refrigerats (°C)

Est (Juliol, 17 hores) = 30,15

Hores diàries funcionament instal·lació: 12

3.2.7. Càrrega tèrmica hivern

3.2.7.1. Oficines planta baixa

3.2.7.1.1. Sala de treball i administració

Sistema calefacció: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	2.2	23	8
Porta metàl·lica	E	5.8	1.93	23	258
Paret ext.	N	0.15	23.06	23	81
Paret ext.	O	0.15	5.48	23	19
Paret ext.	O	0.15	16.17	23	57
Finestra metàl·lica	O	3.7	15.6	23	1328
Paret ext.	O	0.15	3.65	23	13
Finestra metàl·lica	O	3.7	3.6	23	306
Sol terreny	Horitzontal	0.51	120.82	14	865
Sostre int.	Horitzontal	0.56	10.37	12	70
Sostre int.	Horitzontal	0.56	5.49	12	37
TOTAL (W)					3042

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m ³ /h)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
98.96	291.77 *	0.33	23	2215

Infiltració per escletxes

Tancament	Or	f(m ³ /h-m)	l(m)	R	H	Vi (m ³ /h)
Finestra metàl·lica	O	1.5	42.8	0,9	1,37	79,02
Finestra metàl·lica	O	1.5	10.8	0,9	1,37	19,94
Total (m ³ /h)						98.96

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exterioris Zpe	F	Qss (W)
5257	0.05	0.1	0.05	0.2	1051

3.2.7.1.2. Sala d'ordinadors

Sistema calefacció: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	O	0.15	3.49	23	12
Sol terreny	Horitzontal	0.51	9.39	14	67
Sostre int.	Horitzontal	0.56	0.47	12	3
Sostre int.	Horitzontal	0.56	1.08	12	7
TOTAL (W)					89

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració Escletxes)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	22.67 *	0.33	23	172

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exteriors Zpe	F	Qss (W)
261		0.1		0.1	26

3.2.7.1.3. Sala de reunions

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	10.39	23	37
Sol terreny	Horitzontal	0.51	14.18	14	102
TOTAL (W)					139

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m ³ /h)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	34.25 *	0.33	23	260

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exteriors Zpe	F	Qss (W)
399		0.1		0.1	40

3.2.7.1.4. Despatx 1

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	9.72	23	34
Sol terreny	Horitzontal	0.51	13.26	14	95
TOTAL (W)					129

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m ³ /h)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	32.01 *	0.33	23	243

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 paret exteriors Zpe	F	Qss (W)
372		0.1		0.1	37

3.2.7.1.5. Escales

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	9.6	23	34
Porta metàl·lica	E	5.8	1.93	23	258
Sol terreny	Horitzontal	0.51	13.3	14	95
TOTAL (W)					387

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m ³ /h)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	32.12 *	0.33	23	244

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exteriors Zpe	F	Qss (W)
631		0.1		0.1	63

3.2.7.1.6. Despatx 2

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	7.95	23	28
Sol terreny	Horitzontal	0.51	13.23	14	95
TOTAL (W)					123

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m ³ /h)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	31.96 *	0.33	23	243

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exteriors Zpe	F	Qss (W)
366		0.1		0.1	37

3.2.7.1.7. Atenció al client

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	17.45	23	61
Paret ext.	O	0.15	0.93	23	3
Finestra metàl·lica	O	3.7	27.55	23	2345
Paret ext.	S	0.15	1.37	23	5
Finestra metàl·lica	S	3.7	11.6	23	987
Porta metàl·lica	S	4.8	3.44	23	380
Finestra metàl·lica	S	3.7	11.6	23	987
Sol terreny	Horitzontal	0.51	81.98	14	587
TOTAL (W)					5355

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m ³ /h)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
69.05	197.97 *	0.33	23	1503

Infiltració per escletxes

Tancament	Or	f(m ³ /h·m)	l(m)	R	H	Vi (m ³ /h)
Finestra metàl·lica	O	1.5	48	0,7	1,37	69,05
Total (m ³ /h)						69.05

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exterior Zpe	F	Qss (W)
6858		0.1	0.05	0.15	1029

3.2.7.1.8. Lavabo homes

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m² °C)	Superfície (m²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	4.44	23	16
Sol terreny	Horitzontal	0.51	5.4	14	39
Sostre int.	Horitzontal	0.56	0.15	12	1
TOTAL (W)					56

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m³/h)	Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	13.05 *	0.33	23	99

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exterior Zpe	F	Qss (W)
155		0.1		0.1	16

3.2.7.1.9. Lavabo dones

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m² °C)	Superfície (m²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	4.42	23	16
Sols terreny	Horitzontal	0.51	5.38	14	39
TOTAL (W)					55

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m³/h)	Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	12.99 *	0.33	23	99

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exterior Zpe	F	Qss (W)
154		0.1		0.1	15

3.2.7.1.10. RESUM CARGA TÈRMICA ZONA PB

Local	Transm. Qst (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)
Sala de treball i administració	3042	2215	0	1051	10	6939
Sala d'ordinadors	89	172	0	26	10	316
Sala de reunions	139	260	0	40	10	483
Despatx 1	129	243	0	37	10	450
Escales	387	244	0	63	10	763
Despatx 2	123	243	0	37	10	443
Atenció al client	5355	1503	0	1029	10	8676
Lavabo homes	56	99	0	16	10	188
Lavabo dones	55	99	0	15	10	186
Suma	9375	5078	0	2314		
Total Zona (W):						18444

3.2.7.2. Zona planta primera

3.2.7.2.1. Despatx 3

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m² °C)	Superfície (m²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	O	0.15	4.15	23	15
Finestra metàl·lica	O	3.7	3.3	23	281
Coberta	Horitzontal	0.36	1.9	23	16
Coberta	Horitzontal	0.36	1.61	23	13
Coberta	Horitzontal	0.36	2.85	23	23
TOTAL (W)					348

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració esclatxes Vi (m³/h)	Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
17.99 *	17.28	0.33	23	137

Infiltració per escletxes

Tancament	Or	f(m³/h·m)	l(m)	R	H	Vi (m³/h)
Finestra metàl·lica	O	1.5	10.3	0,85	1,37	17,99
Total (m³/h)						17.99 *

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exterior Zpe	F	Qss (W)
485		0.1		0.1	49

3.2.7.2.2. Despatx 4

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m² °C)	Superfície (m²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	O	0.15	4.39	23	15
Finestra metàl·lica	O	3.7	3.48	23	296
Coberta	Horitzontal	0.36	6.74	23	55
TOTAL (W)					366

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m³/h)	Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
18.44 *	18.3	0.33	23	140

Infiltració per escletxes

Tancament	Or	f(m³/h·m)	l(m)	R	H	Vi (m³/h)
Finestra metàl·lica	O	1.5	10.6	0,85	1,37	18,44
Total (m³/h)						18.44 *

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exterior Zpe	F	Qss (W)
506		0.1		0.1	51

3.2.7.2.3. Pas

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret int.		2.49	5	12	149
Paret ext.	N	0.15	8.97	23	32
Paret ext.	O	0.15	6.16	23	22
Paret ext.	O	0.15	4.11	23	14
Paret int.		2.49	8.7	12	260
Coberta	Horitzontal	0.36	2.95	23	24
Coberta	Horitzontal	0.36	10.35	23	85
Coberta	Horitzontal	0.36	3.31	23	27
Coberta	Horitzontal	0.36	1.12	23	9
TOTAL (W)					622

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració Escletxes Vi (m ³ /h)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	48.1 *	0.33	23	365

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exteriors Zpe	F	Qss (W)
987	0.05	0.1	0.05	0.2	197

3.2.7.2.4. Pas

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	11.74	23	41
Porta fusta	E	3.5	1.93	23	156
Paret int.		2.49	3.99	12	119
Porta fusta		2	1.72	12	41
Coberta	Horitzontal	0.36	4.35	23	36
Coberta	Horitzontal	0.36	0.48	23	4
Coberta	Horitzontal	0.36	5.7	23	47
TOTAL (W)					444

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m ³ /h)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	28.6 *	0.33	23	217

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exterior Zpe	F	Qss (W)
661		0.1		0.1	66

3.2.7.2.5. Sala de treball 2

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m² °C)	Superfície (m²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	O	0.15	11.29	23	40
Finestra metàl·lica	O	3.7	9	23	766
Paret ext.	O	0.15	4.55	23	16
Finestra metàl·lica	O	3.7	3.6	23	306
Coberta	Horitzontal	0.36	0.22	23	2
Coberta	Horitzontal	0.36	6.23	23	51
Coberta	Horitzontal	0.36	19.16	23	157
Coberta	Horitzontal	0.36	6.24	23	51
Coberta	Horitzontal	0.36	2.08	23	17
Coberta	Horitzontal	0.36	19.19	23	158
TOTAL (W)					1564

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m³/h)	Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
66.84	144.16 *	0.33	23	1094

Infiltració per escletxes

Tancament	Or	f(m³/h·m)	l(m)	R	H	Vi (m³/h)
Finestra metàl·lica	O	1.5	25.8	0,89	1,37	47,11
Finestra metàl·lica	O	1.5	10.8	0,89	1,37	19,72
Total (m³/h)						66.84

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exterior Zpe	F	Qss (W)
2658		0.1		0.1	266

3.2.7.2.6. Despatx 5

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	8.32	23	29
Coberta	Horitzontal	0.36	7.39	23	61
Coberta	Horitzontal	0.36	6.26	23	51
Coberta	Horitzontal	0.36	5.39	23	44
TOTAL (W)					185

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m ³ /h)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	51.69 *	0.33	23	392

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exteriors Zpe	F	Qss (W)
577		0.1		0.1	58

3.2.7.2.7. Escala - sala d'espera

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	15.78	23	56
Coberta	Horitzontal	0.36	9.85	23	81
Coberta	Horitzontal	0.36	4.55	23	37
Coberta	Horitzontal	0.36	5.38	23	44
TOTAL (W)					218

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m ³ /h)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	53.73 *	0.33	23	408

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exteriors Zpe	F	Qss (W)
626		0.1		0.1	63

3.2.7.2.8. Despatx direcció

Sistema calefaccions: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret int.		2.49	0.49	12	15
Finestra metàl·lica		4	1.8	12	86
Paret int.		2.49	0.87	12	26
Finestra metàl·lica		4	1.5	12	72
Paret ext.	E	0.15	6.27	23	22
Coberta	Horitzontal	0.36	3.81	23	31
Coberta	Horitzontal	0.36	26.91	23	221
Coberta	Horitzontal	0.36	1.52	23	13
Coberta	Horitzontal	0.36	5.5	23	45
TOTAL (W)					531

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m ³ /h)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	102.42 *	0.33	23	777

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exterior Zpe	F	Qss (W)
1308		0.1		0.1	131

3.2.7.2.9. Office

Sistema calefacció: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	7.13	23	25
Coberta	Horitzontal	0.36	0.15	23	1
Coberta	Horitzontal	0.36	8.9	23	73
Coberta	Horitzontal	0.36	4.81	23	40
TOTAL (W)					139

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m³/h)	Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	37.63 *	0.33	23	286

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exterior Zpe	F	Qss (W)
425		0.1		0.1	43

3.2.7.2.10. Vestuari homes

Sistema calefacció: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m² °C)	Superfície (m²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.15	4.3	23	15
Paret int.		2.49	2.32	12	69
Paret int.		2.49	2.88	12	86
Paret int.		2.49	2.92	12	87
Paret int.		2.49	2.73	12	81
Paret int.		2.49	4.3	12	129
Paret int.		2.49	4.39	12	131
Paret ext.	E	0.15	4.39	23	15
Coberta	Horitzontal	0.36	1.81	23	15
Coberta	Horitzontal	0.36	11	23	90
TOTAL (W)					718

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m³/h)	Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	34.76 *	0.33	23	264

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exterior Zpe	F	Qss (W)
982		0.1		0.1	98

3.2.7.2.11. Vestuari dones

Sistema calefacció: Terra Radiant

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Coberta	Horitzontal	0.36	16.41	23	135
TOTAL (W)					135

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m ³ /h)	Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
0	44.55 *	0.33	23	338

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 parets exterior Zpe	F	Qss (W)
473		0.1		0.1	47

3.2.7.2.12. RESUM CARGA TÈRMICA ZONA P1

Local	Transm. Qst (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)
Despatx 3	348	137	0	49	10	587
Despatx 4	366	140	0	51	10	613
Pas	622	365	0	197	10	1.302
Pas	444	217	0	66	10	800
Sala de treball 2	1.564	1.094	0	266	10	3.216
Despatx 5	185	392	0	58	10	698
Escala - sala d'espera	218	408	0	63	10	758
Despatx direcció	531	777	0	131	10	1.583
Office	139	286	0	43	10	515
Vestuari homes	718	264	0	98	10	1.188
Vestuari dones	135	338	0	47	10	572
Suma	5.270	4.418	0	1.069		
Total Zona (W):						11.833

3.2.7.3. Magatzem

Sistema calefacció: Aerogeneradors

Temperatura (°C): 20

Pèrdues de calor per Transmissió "Qst"

Tancament	Orientació	K(W/m² °C)	Superfície (m²)	Ti - Te (°C)	Qsti (W)
Paret ext.	E	0.19	199,03	23	855
Paret ext.	N	0.19	218,8	23	940
Puerta metàl·lica	N	5.8	16	23	2.134
Paret int.		0.37	12,22	12	54
Paret int.		0.37	15,12	12	66
Paret int.		0.37	16,16	12	71
Paret int.		0.37	33,71	12	148
Paret int.		0.37	29,62	12	130
Paret int.		0.37	37,13	12	163
Paret int.		0.37	25,43	12	112
Paret int.		0.37	29,44	12	129
Paret int.		0.37	27,68	12	122
Paret ext.	S	0.19	341,68	23	1.468
Puerta metàl·lica	S	5.8	16	23	2.134
Paret ext.	E	0.19	27,45	23	118
Paret int.		2.49	145,97	12	4.361
Paret int.		2.49	131,01	12	3.914
Paret int.		2.49	136,85	12	4.089
Paret int.		2.49	129,86	12	3.880
Paret int.		2.49	128,7	12	3.845
Suelo terreno	Horitzontal	0.51	1175,54	14	8.417
Coberta	Horitzontal	0.47	261,7	23	2.836
Coberta	Horitzontal	0.47	239,94	23	2.600
Coberta	Horitzontal	0.47	250,12	23	2.711
Coberta	Horitzontal	0.47	216,43	23	2.346
Coberta	Horitzontal	0.47	235,91	23	2.557
Coberta	Horitzontal	0.47	190,35	23	2.063
TOTAL (W)					52.263

Pèrdues de calor per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Infiltració escletxes Vi (m³/h)	Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Ti-Te (°C)	Qsi (W)
18,41	9.010,74 *	0.33	23	68.392

Infiltració per excletxes

Tancament	Or	f(m³/h·m)	l(m)	R	H	Vi (m³/h)
Porta metàl·lica	N	1.2	16	0,7	1,37	18,41
Total (m³/h)						18,41

Aire de Ventilació "Vv"

Sup. (m²)	m³/h·m²	Vvs (m³/h)	Personas	m³/h·p	Vvp (m³/h)	Local (m³/h)
1.175.54	10,8	12.695,81 *				

Aportacions internes de calor permanents "Qsaip"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsaip (W)
29.388	0	0	29.388

Carga Suplementària "Qss"

Qst + Qsi - Qsaip (W)	Orientació Zo	Interrupció Servei Zis	+ 2 pareades exterior Zpe	F	Qss (W)
91.267	0.05	0.1	0.05	0.2	18.253

RESUM CARGA TÈRMICA ZONA PB

Local	Transm. Qst (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)
Magatzem	52.263	68.392	-29.388	18.253	10	120.472
Suma	52.263	68.392	-29.388	18.253		
Total Zona (W):						120.472

3.2.7.4. Resum càrrega tèrmica edifici

Zona	Carga Total Qc (W)
Oficines planta baixa	18.444
Oficines planta primera	11.833
Magatzem	120.472
Carga Total Edifici (W)	150.748

3.2.8. Càrrega tèrmica estiu

3.2.8.1. Zona Oficines Ver. (Juliol 17 hores)

3.2.8.1.1. Sala de reunions

Ocupació: 1 m²/pers.

Activitat: Assegut, treball lleuger

Enllumenat fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Q_{str}

Tancament	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	E	0.15	10.39	8.28	13
Total (W)					13

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres " Q_{st} "

Tancament	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Sol terreny	Horitzontal	0.53	14.18	6.15	47
Total (W)					47

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior " Q_{si} "

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
34.25	0.33	9.15	103

Aportacions Internes de calor sensible " Q_{sai} "

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
355	1050		1405

Calor latent per infiltracions d'aire exterior " Q_{li} "

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
34.25	0.84	-0.23	-7

Aportacions Internes de calor latent " Q_{lai} "

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
705	0	705

3.2.8.1.2. Despatx 1

Ocupació: 10 m²/pers.

Activitat: Oficinista, activitat moderada

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Q_{str}

Tancament	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Q _{stri} (W)
Paret ext.	E	0.15	9.72	8.28	12
Total (W)					12

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Q_{st}"

Tancament	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Te-Ti (°C)	Q _{sti} (W)
Sol terreny	Horitzontal	0.53	13.26	6.15	43
Total (W)					43

Calor sensible per infiltracions d'aire exterior "Q_{si}"

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Q _{si} (W)
32.01	0.33	9.15	97

Aportacions Internes de calor sensible "Q_{sai}"

Il·luminació Q _{sil} (W)	Persones Q _{sp} (W)	Varis Q _{sv} (W)	Q _{sai} (W)
331	142		473

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Q_{li}"

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Q _{li} (W)
32.01	0.84	-0.23	-6

Aportacions Internes de calor latent "Q_{lai}"

Persones Q _{lp} (W)	Varis Q _{lv} (W)	Q _{lai} (W)
120	0	120

3.2.8.1.3. Escales

Ocupació: 2 m²/pers.

Activitat: Persona de peu

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissions i Radiacions en parets i sostres exteriors Q_{str}

Tancament	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Q _{stri} (W)
Paret ext.	E	0.15	11.54	8.28	15
Total (W)					15

Calor per Transmissions en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Q_{st}"

Tancament	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Te-Ti (°C)	Q _{sti} (W)
Sol terreny	Horitzontal	0.53	13.3	6.15	44
Total (W)					44

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Q_{si}"

Renovacions/hora V _r (m ³ /h)	da-C _{pa} /3600	Te-Ti (°C)	Q _{si} (W)
32.12	0.33	9.15	97

Aportacions Internes de calor sensible "Q_{sai}"

Il·luminació Q _{sil} (W)	Persones Q _{sp} (W)	Varis Q _{sv} (W)	Q _{sai} (W)
333	497		830

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Q_{li}"

Renovacions/hora V _r (m ³ /h)	da-C _{la} /3600	We-Wi (g/Kg)	Q _{li} (W)
32.12	0.84	-0.23	-6

Aportacions Internes de calor latent "Q_{lai}"

Persones Q _{lp} (W)	Varis Q _{lv} (W)	Q _{lai} (W)
420	0	420

3.2.8.1.4. Despatx 2

Ocupació: 10 m²/pers.

Activitat: Oficinista, activitat moderada

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Q_{str}

Tancaments	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Q _{stri} (W)
Paret ext.	E	0.15	7.95	8.28	10
Total (W)					10

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Q_{st}"

Tancaments	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Te-Ti (°C)	Q _{sti} (W)
Sols terreny	Horitzontal	0.53	13.23	6.15	43
Total (W)					43

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Q_{si}"

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Q _{si} (W)
31.96	0.33	9.15	96

Aportacions Internes de calor sensible "Q_{sai}"

Il·luminació Q _{sil} (W)	Persones Q _{sp} (W)	Varis Q _{sv} (W)	Q _{sai} (W)
331	142		473

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Q_{li}"

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Q _{li} (W)
31.96	0.84	-0.23	-6

Aportacions Internes de calor latent "Q_{lai}"

Persones Q _{lp} (W)	Varis Q _{lv} (W)	Q _{lai} (W)
120	0	120

3.2.8.1.5. Atenció al client

Ocupació: 2 m²/pers.

Activitat: Persona de peu

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Radiació a través de cristall "Qsr"

Tancaments	Orient.	Radiació (W/m²)	Sup.(m²)	FC Radiac.	F. Atenuac.	F. Enmag.	Qsri (W)
Finestra metàl·lica	O	516.37	26.63	1.28	0.37	0.54	3528
Ombra		46.52	0.92	1.28	0.37	0.93	19
Finestra metàl·lica	S	217.48	11.6	1.28	0.37	0.54	647
Finestra metàl·lica	S	217.48	11.6	1.28	0.37	0.54	647
Total (W)							4841

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	E	0.15	17.45	8.28	22
Paret ext.	O	0.15	0.93	21.7	3
Paret ext.	S	0.15	4.7	10.86	8
Total (W)					33

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Qst"

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Finestra metàl·lica	O	3.7	27.55	9.15	933
Finestra metàl·lica	S	3.7	11.6	9.15	393
Finestra metàl·lica	S	3.7	11.6	9.15	393
Sols terreny	Horitzontal	0.53	81.98	6.15	269
Total (W)					1988

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
197.97	0.33	9.15	598

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
2049	2911		4960

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
197.97	0.84	-0.23	-38

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
2460	0	2460

3.2.8.1.6. Despatx 3

Ocupació: 10 m²/pers.

Activitat: Oficinista, activitat moderada

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Radiació a través de cristall "Qsr"

Tancaments	Orient.	Radiació (W/m ²)	Sup.(m ²)	FC Radiac.	F. Atenuac.	F. Enmag.	Qsri (W)
Finestra metàl·lica	O	516.37	3.03	1.28	0.37	0.65	483
Ombra		46.52	0.27	1.28	0.37	0.97	6
Total (W)							489

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	O	0.15	4.15	21.7	14
Coberta	Horitzontal	0.34	1.9	22.17	14
Coberta	Horitzontal	0.34	1.61	22.17	12
Coberta	Horitzontal	0.34	2.85	22.17	21
Total (W)					61

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Qst"

Tancaments	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Finestra metàl·lica	O	3.7	3.3	9.15	112
Total (W)					112

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
17.28	0.33	9.15	52

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
159	71		230

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
17.28	0.84	-0.23	-3

Aportacions Internes de calor latent "Q_{lai}"

Persones Q _{lp} (W)	Varis Q _{lv} (W)	Q _{lai} (W)
60	0	60

3.2.8.1.7. Despatx 4

Ocupació: 10 m²/pers.

Activitat: Oficinista, activitat moderada

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Radiació a través de cristall "Q_{sr}"

Tancaments	Orient.	Radiació (W/m ²)	Sup.(m ²)	FC Radiac.	F. Atenuac.	F. Enmag.	Q _{sri} (W)
Finestra metàl·lica	O	516.37	3.19	1.28	0.37	0.65	512
Ombra		46.52	0.29	1.28	0.37	0.97	6
Total (W)							518

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Q_{str}

Tancaments	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Q _{stri} (W)
Paret ext.	O	0.15	4.39	21.7	15
Coberta	Horitzontal	0.34	6.74	22.17	50
Total (W)					65

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Q_{st}"

Tancaments	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Te-Ti (°C)	Q _{sti} (W)
Finestra metàl·lica	O	3.7	3.48	9.15	118
Total (W)					118

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Q_{si}"

Renovacions/hora V _r (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Q _{si} (W)
18.3	0.33	9.15	55

Aportacions Internes de calor sensible "Q_{sai}"

Il·luminació Q _{sil} (W)	Persones Q _{sp} (W)	Varis Q _{sv} (W)	Q _{sai} (W)
169	71		240

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
18.3	0.84	-0.23	-3

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
60	0	60

3.2.8.1.8. Pas 1

Ocupació: 2 m²/pers.

Activitat: Persona que paseja

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Dif. equiv. Tª (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	N	0.15	8.97	7.81	11
Paret ext.	O	0.15	6.16	21.7	20
Paret ext.	O	0.15	4.11	21.7	14
Coberta	Horitzontal	0.34	2.95	22.17	22
Coberta	Horitzontal	0.34	10.35	22.17	77
Coberta	Horitzontal	0.34	3.31	22.17	25
Coberta	Horitzontal	0.34	1.12	22.17	8
Total (W)					177

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Qst"

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Paret int.		2.49	5	6.15	77
Paret int.		2.49	8.7	6.15	133
Total (W)					210

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
48.1	0.33	9.15	145

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
443	666		1109

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
48.1	0.84	-0.23	-9

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
648	0	648

3.2.8.1.9. Pas 2

Ocupació: 2 m²/pers.

Activitat: Persona que passeja

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Dif. equiv. Tª (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	E	0.15	13.67	8.28	17
Coberta	Horitzontal	0.34	4.35	22.17	32
Coberta	Horitzontal	0.34	0.48	22.17	4
Coberta	Horitzontal	0.34	5.7	22.17	42
Total (W)					95

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Qst"

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Paret int.		2.49	3.99	6.15	61
Porta fusta		2	1.72	6.15	21
Total (W)					82

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
28.6	0.33	9.15	86

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
263	444		707

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
28.6	0.84	-0.23	-5

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
432	0	432

3.2.8.1.10. Sala de treball 2

Ocupació: 10 m²/pers.

Activitat: Oficinista, activitat moderada

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Radiació a través de cristall "Qsr"

Tancaments	Orient.	Radiació (W/m²)	Sup.(m²)	FC Radiac.	F. Atenuac.	F. Enmag.	Qsri (W)
Finestra metàl·lica	O	516.37	8.3	1.28	0.37	0.7	1433
Ombra		46.52	0.7	1.28	0.37	0.98	15
Finestra metàl·lica	O	516.37	3.3	1.28	0.37	0.7	571
Ombra		46.52	0.3	1.28	0.37	0.98	6
Total (W)							2025

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Dif. equiv. Tª (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	O	0.15	11.29	21.7	38
Paret ext.	O	0.15	4.55	21.7	15
Coberta	Horitzontal	0.34	0.22	22.17	2
Coberta	Horitzontal	0.34	6.23	22.17	46
Coberta	Horitzontal	0.34	19.16	22.17	143
Coberta	Horitzontal	0.34	6.24	22.17	46
Coberta	Horitzontal	0.34	2.08	22.17	15
Coberta	Horitzontal	0.34	19.19	22.17	143
Total (W)					448

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Qst"

Tancaments	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Finestra metàl·lica	O	3.7	9	9.15	305
Finestra metàl·lica	O	3.7	3.6	9.15	122
Total (W)					427

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
144.16	0.33	9.15	435

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
1328	426		1754

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
144.16	0.84	-0.23	-27

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
360	0	360

3.2.8.1.11. Despatx 5

Ocupació: 10 m²/pers.

Activitat: Oficinista, activitat moderada

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	E	0.15	8.32	8.28	11
Coberta	Horitzontal	0.34	7.39	22.17	55
Coberta	Horitzontal	0.34	6.26	22.17	47
Coberta	Horitzontal	0.34	5.39	22.17	40
Total (W)					153

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
51.69	0.33	9.15	156

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
475	142		617

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
51.69	0.84	-0.23	-10

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
120	0	120

3.2.8.1.12. Escala - sala d'espera

Ocupació: 2 m²/pers.

Activitat: Persona de peu

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Dif. equiv. Tª (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	E	0.15	15.78	8.28	20
Coberta	Horitzontal	0.34	9.85	22.17	73
Coberta	Horitzontal	0.34	4.55	22.17	34
Coberta	Horitzontal	0.34	5.38	22.17	40
Total (W)					167

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
53.73	0.33	9.15	162

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
495	710		1205

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
53.73	0.84	-0.23	-10

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
600	0	600

3.2.8.1.13. Despatx direcció

Ocupació: 10 m²/pers.

Activitat: Oficinista, activitat moderada

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	E	0.15	6.27	8.28	8
Coberta	Horitzontal	0.34	3.81	22.17	28
Coberta	Horitzontal	0.34	26.91	22.17	200
Coberta	Horitzontal	0.34	1.52	22.17	11
Coberta	Horitzontal	0.34	5.5	22.17	41
Total (W)					288

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Qsti"

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Paret int.		2.49	0.49	6.15	8
Finestra metàl·lica		4	1.8	6.15	44
Paret int.		2.49	0.87	6.15	13
Finestra metàl·lica		4	1.5	6.15	37
Total (W)					102

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
102.42	0.33	9.15	309

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
943	284		1227

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
102.42	0.84	-0.23	-19

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
240	0	240

3.2.8.1.14. Office

Ocupació: 20 m²/pers.

Activitat: Treball lleuger taller

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Dif. equiv. Tª (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	E	0.15	7.13	8.28	9
Coberta	Horitzontal	0.34	0.15	22.17	1
Coberta	Horitzontal	0.34	8.9	22.17	66
Coberta	Horitzontal	0.34	4.81	22.17	36
Total (W)					112

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
37.63	0.33	9.15	114

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
347	86		433

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
37.63	0.84	-0.23	-7

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
134	0	134

3.2.8.1.15. Lavabo homes

Ocupació: 20 m²/pers.

Activitat: Persona de peu

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	E	0.15	4.44	8.28	6
Total (W)					6

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Qst"

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Sols terreny	Horitzontal	0.53	5.4	6.15	18
Total (W)					18

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
13.05	0.33	9.15	39

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
135	71		206

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
13.05	0.84	-0.23	-2

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
60	0	60

3.2.8.1.16. Lavabo dones

Ocupació: 20 m²/pers.

Activitat: Persona de peu

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	E	0.15	4.42	8.28	6
Total (W)					6

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Qst"

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Sols terreny	Horitzontal	0.53	5.38	6.15	18
Total (W)					18

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
12.99	0.33	9.15	39

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
134	71		205

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
12.99	0.84	-0.23	-2

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
60	0	60

3.2.8.1.17. Vestuari homes

Ocupació: 2 m²/pers.

Activitat: Persona que passeja

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	E	0.15	4.3	8.28	5
Paret ext.	E	0.15	4.39	8.28	6
Coberta	Horitzontal	0.34	1.81	22.17	13
Coberta	Horitzontal	0.34	11	22.17	82
Total (W)					106

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Qst"

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Paret int.		2.49	2.32	6.15	36
Paret int.		2.49	2.88	6.15	44
Paret int.		2.49	2.92	6.15	45
Paret int.		2.49	2.73	6.15	42
Paret int.		2.49	4.3	6.15	66
Paret int.		2.49	4.39	6.15	67
Total (W)					300

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
34.76	0.33	9.15	105

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
320	518		838

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
34.76	0.84	-0.23	-7

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
504	0	504

3.2.8.1.18. Vestuari dones

Ocupació: 2 m²/pers.

Activitat: Persona que passeja

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Dif. equiv. Tª (°C)	Qstri (W)
Coberta	Horitzontal	0.34	16.41	22.17	122
Total (W)					122

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
44.55	0.33	9.15	135

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
410	666		1076

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
44.55	0.84	-0.23	-8

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
648	0	648

3.2.8.1.19. Sala de treball i administració

Ocupació: 10 m²/pers.

Activitat: Oficinista, activitat moderada

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Radiació a través de cristall "Qsr"

Tancaments	Orient.	Radiació (W/m²)	Sup.(m²)	FC Radiac.	F. Atenuac.	F. Enmag.	Qsri (W)
Finestra metàl·lica	O	516.37	14.4	1.28	0.37	0.54	1908
Ombra		46.52	1.2	1.28	0.37	0.93	25
Finestra metàl·lica	O	516.37	3.3	1.28	0.37	0.54	438
Ombra		46.52	0.3	1.28	0.37	0.93	6
Total (W)							2377

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancaments	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Dif. equiv. Ta (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	E	0.15	4.14	8.28	5
Paret ext.	N	0.15	23.06	7.81	28
Paret ext.	O	0.15	5.48	21.7	18
Paret ext.	O	0.15	16.17	21.7	54
Paret ext.	O	0.15	3.65	21.7	12
Total (W)					117

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, sols i finestres "Qst"

Tancaments	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Finestra metàl·lica	O	3.7	15.6	9.15	528
Finestra metàl·lica	O	3.7	3.6	9.15	122
Sols terreny	Horitzontal	0.53	120.82	6.15	396
Sostre int.	Horitzontal	0.5	10.37	6.15	32
Sostre int.	Horitzontal	0.5	5.49	6.15	17
Total (W)					1095

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
291.77	0.33	9.15	881

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
3020	923		3943

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
291.77	0.84	-0.23	-55

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
780	0	780

3.2.8.1.20. Sala d'ordinadors

Ocupació: 10 m²/pers.

Activitat: Oficinista, activitat moderada

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancament	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	O	0.15	3.49	21.7	12
Total (W)					12

Calor per Transmissió en parets, Sostres i portes interiors, sols i Finestres "Qst"

Tancament	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Sol terreny	Horitzontal	0.53	9.39	6.15	31
Sostre int.	Horitzontal	0.5	0.47	6.15	1
Sostre int.	Horitzontal	0.5	1.08	6.15	3
Total (W)					35

Calor sensible per Infiltracions d'aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
22.67	0.33	9.15	68

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
235	71		306

Calor latent per infiltracions d'aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m ³ /h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
22.67	0.84	-0.23	-4

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
60	0	60

3.2.8.1.21. Magatzem

Ocupació: 40 m²/pers.

Activitat: Treball lleuger taller

Enllumenat Fluorescent: 20 W/m².

Sistema refrigeració: Recirculació Aire Interior

Temperatura (°C): 24

Temperatura humetat (°C): 17,06

Humetat relativa (%): 50

Humetat absoluta (gw/Kga): 9,27

Calor per Transmissió i Radiació en parets i sostres exteriors Qstr

Tancament	Orientació	K (W/m ² °C)	Superfície (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°C)	Qstri (W)
Paret ext.	E	0,19	199,03	8,41	313
Paret ext.	N	0,19	234,8	8,41	369
Paret ext.	S	0,19	357,68	13,56	906
Paret ext.	E	0,19	27,45	8,41	43
Coberta	Horitzontal	0,45	261,7	20,97	2.481
Coberta	Horitzontal	0,45	239,94	20,97	2.275

Coberta	Horitzontal	0,45	250,12	20,97	2.371
Coberta	Horitzontal	0,45	216,43	20,97	2.052
Coberta	Horitzontal	0,45	235,91	20,97	2.237
Coberta	Horitzontal	0,45	190,35	20,97	1.805
Total (W)					14.852

Calor per Transmissió en parets, sostres i portes interiors, terres i finestres "Qst"

tancament	Orientació	K (W/m²°C)	Superfície (m²)	Te-Ti (°C)	Qsti (W)
Paret int.		0,37	12,22	6,7	30
Paret int.		0,37	15,12	6,7	37
Paret int.		0,37	16,16	6,7	40
Paret int.		0,37	33,71	6,7	83
Paret int.		0,37	29,62	6,7	73
Paret int.		0,37	37,13	6,7	91
Paret int.		0,37	25,43	6,7	62
Paret int.		0,37	29,44	6,7	72
Paret int.		0,37	27,68	6,7	68
Paret int.		2,49	145,97	6,7	2.435
Paret int.		2,49	131,01	6,7	2.186
Paret int.		2,49	136,85	6,7	2.283
Paret int.		2,49	129,86	6,7	2.166
Paret int.		2,49	128,7	6,7	2.147
Sòl terreny	Horitzontal	0,53	1175,54	6,7	4.200
Total (W)					15.973

Calor sensible per Infiltracions de aire exterior "Qsi"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cpa/3600	Te-Ti (°C)	Qsi (W)
9010,74	0,33	9,7	28.843

Aportacions Internes de calor sensible "Qsai"

Il·luminació Qsil (W)	Persones Qsp (W)	Varis Qsv (W)	Qsai (W)
29.388	2.580		31.968

Calor latent por infiltracions de aire exterior "Qli"

Renovacions/hora Vr (m³/h)	da-Cla/3600	We-Wi (g/Kg)	Qli (W)
9.010,74	0,84	-0,05	-379

Aportacions Internes de calor latent "Qlai"

Persones Qlp (W)	Varis Qlv (W)	Qlai (W)
4.020	0	4.020

3.2.8.1.22. Resum càrrega tèrmica zona Ver.

CARGA SENSIBLE									
Local	Qsr(W)	Qstr(W)	Qst(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qse(W)
Sala de reunions		13	47	103	1405	10	1.725		1.725
Despatx 1		12	43	97	473	10	688		688
Escales		15	44	97	830	10	1.085		1.085
Despatx 2		10	43	96	473	10	684		684
Atenció al client	4.841	33	1.988	598	4.960	10	13.662		13.662
Despatx 3	489	61	112	52	230	10	1.038		1.038
Despatx 4	518	65	118	55	240	10	1.096		1.096
Pas		177	210	145	1.109	10	1.805		1.805
Pas		95	82	86	707	10	1.067		1.067
Sala de treball 2	2.025	448	427	435	1.754	10	5.598		5.598
Despatx 5		153		156	617	10	1.019		1.019
Escala - sala d'espera		167		162	1.205	10	1.687		1.687
Despatx direcció		288	102	309	1.227	10	2.119		2.119
Office		112		114	433	10	725		725
Lavabo homes		6	18	39	206	10	296		296
Lavabo dones		6	18	39	205	10	295		295
Vestuari homes		106	300	105	838	10	1.484		1.484
Vestuari dones		122		135	1.076	10	1.466		1.466
Sala de treball i administració	2.377	117	1.095	881	3.943	10	9.254		9.254
Sala d'ordinadors		12	35	68	306	10	463		463
Magatzem		14.852	15.973	28.843	31.968	10	100.800		100.800
SUMA	10.250	16.870	20.655	32.615	54.205		148.055		148.055

CARGA LATENT						
Local	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qle(W)
Sala de reunions	-7	705	10	768		768
Despatx 1	-6	120	10	125		125
Escales	-6	420	10	455		455
Despatx 2	-6	120	10	125		125
Atenció al client	-38	2.460	10	2.664		2.664
Despatx 3	-3	60	10	63		63
Despatx 4	-3	60	10	63		63
Pas	-9	648	10	703		703
Pas	-5	432	10	470		470
Sala de treball 2	-27	360	10	366		366
Despatx 5	-10	120	10	121		121
Escala - sala d'espera	-10	600	10	649		649
Despatx direcció	-19	240	10	243		243
Office	-7	134	10	140		140
Lavabo homes	-2	60	10	64		64
Lavabo dones	-2	60	10	64		64
Vestuari homes	-7	504	10	547		547
Vestuari dones	-8	648	10	704		704
Sala de treball i administració	-55	780	10	798		798
Sala d'ordinadors	-4	60	10	62		62
Magatzem	-379	4.020	10	4.005		4.005
SUMA	-613	12.611		13.198		13.198

Carga Total Zona (W)	161.253	Carga Efectiva Total Zona (W)	161.253
----------------------	---------	-------------------------------	---------

3.2.8.2. Resum càrrega tèrmica estiu edifici

ZONA	SENSIBLE		LATENT	
	Qs (W)	Qse (W)	Ql (W)	Qle (W)
Ver	148.055	148.055	13.198	13.198
SUMA	148.055	148.055	13.198	13.198

Carga Total Edifici (W)	161.253	Carga Efectiva Total Edifici (W)	161.253
-------------------------	---------	----------------------------------	---------

3.2.8.3. Resum càrrega tèrmica estiu hora a hora (kW) en oficines

ZONA / MES	1	2	3	4	5	6	7	8
Ver / Juny						41.387	41.935	42.841
Ver / Juliol						42.427	42.938	43.195
Ver / Agost						42.874	42.043	43.79
Ver / Setembre						40.615	40.398	41.726

ZONA / MES	9	10	11	12	13	14	15	16
Ver / Juny	43.25	44.427	46	47.83	47.77	50.724	53.058	54.98
Ver / Juliol	44.178	45.384	47.037	48.844	48.71	51.774	54.101	55.053
Ver / Agost	44.641	45.907	47.617	49.492	49.371	52.42	54.808	55.995
Ver / Setembre	42.655	43.996	45.719	47.715	47.862	50.747	53	54.089

ZONA / MES	17	18	19	20	21	22	23	24
Ver / Juny	55.295	43.717						
Ver / Juliol	56.448*	44.345						
Ver / Agost	55.336	44.234						
Ver / Setembre	53.822	41.786						

3.2.8.4. Resum càrrega tèrmica estiu hora a hora (kW) en magatzem

ZONA / MES	1	2	3	4	5	6	7	8
Ver / Juny						21.475	30.424	39.641
Ver / Juliol						24.639	33.603	42.843
Ver / Agost						24.645	33.636	42.91
Ver / Setembre						11.891	20.82	30.041

ZONA / MES	9	10	11	12	13	14	15	16
Ver / Juny	47.242	55.493	67.705	80.119	89.189	97.965	101.39	101.615
Ver / Juliol	50.478	58.746	70.989	83.441	92.492	101.256	104.624	104.805*
Ver / Agost	50.602	58.848	71.058	83.487	92.414	101.078	104.259	104.281
Ver / Setembre	37.721	45.823	57.745	69.915	78.545	86.929	89.838	89.629

ZONA / MES	17	18	19	20	21	22	23	24
Ver / Juny	97.562	92.367						
Ver / Juliol	100.687	95.456						
Ver / Agost	99.991	94.714						
Ver / Setembre	85.198	79.983						

3.2.9. Equips de producció de fred i calor per a les oficines

ZONA PLANTA BAIXA

Sistema: Sol radiant.

HIVERN.

P_{TC} (kW): $18,444 \times 1,05 \times 1,05 = 20,334$.

ZONA PLANTA PRIMERA

Sistema: Sol radiant.

HIVERN.

P_{TC} (kW): $11,833 \times 1,05 \times 1,05 = 13,046$.

ZONA Ver.

Sistema: Recirculació aire interior.

ESTIU

EXTERIOR

T^a seca (°C): 33,15

T^a humitat (°C): 19,9

Humitat relativa (%): 28,59

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00904

Cabal de ventilació (m³/h): 0

INTERIOR (LOCAL)

T^a seca (°C): 24

T^a humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00927

Carga sensible (W): 47.254,9

Carga latent (W): 9.192,7

Carga sensible efectiva (W): 47.254,9

Carga latent efectiva (W): 9.192,7

FCS: 0,84

FCSE: 0,84

PUNT DE ROSADA DE LA BATERIA

Factor de Bypass, f: 0,2

Temperatura (°C): 11,24

Humitat relativa (%): 100

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00824

ENTRADA A LA BATERIA

Tª seca (°C): 24

Tª humitat (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00927

AIRE DE SUBMINISTRAMENT

Tª seca (°C): 13,79

Tª humitat (°C): 12,47

Humitat relativa (%): 86,42

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00844

Caudal de subministrament (m³/h): 14.030,55

Potencia total frigorífica (kW): 57,895

Potencia frigorífica sensible (kW): 47,255

HIVERN

EXTERIOR

Temperatura (°C): -3

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00236

INTERIOR

Temperatura (°C): 20

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00577

Qc (W): 30.276,4

ENTRADA A LA BATERIA DE ESCALFAMENT

Temperatura (°C): 20

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00577

SENSE BATERIA D'HUMECTACIÓ

AIRE DE SUBMINISTRAMENT

Temperatura (°C): 26,54

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00577

Pc (kW): 30,276

Dèficit de humitat (kgw/h): 0

3.2.10. Equips de producció de fred i calor per al magatzem

ZONA Ver.

Sistema: Recirculació aire interior.

ESTIU

EXTERIOR

T^a seca (°C): 33,7

T^a humida (°C): 20,2

Humitat relativa (%): 28,26

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00922

Cabal de ventilació (m³/h): 0

INTERIOR (LOCAL)

T^a seca (°C): 24

T^a humida (°C): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00927

Carrega sensible (W): 100.799,6

Carrega latent (W): 4.005,1

Carrega sensible efectiva (W): 100.799,6

Carrega latent efectiva (W): 4.005,1

FCS: 0,96

FCSE: 0,96

PUNT DE ROSADA DE LA BATERÍA

Factor de By-Pass, f: 0,2

Temperatura (°C): 12,57

Humetat relativa (%): 100

Humetat absoluta (kgW/kg): 0,00908

ENTRADA EN LA BATERÍA

T^a seca ($^{\circ}\text{C}$): 24

T^a húmeda ($^{\circ}\text{C}$): 17,06

Humitat relativa (%): 50

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00927

AIRE DE SUBMINISTRE

T^a seca ($^{\circ}\text{C}$): 14,86

T^a humitat ($^{\circ}\text{C}$): 13,55

Humitat relativa (%): 87,01

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00912

Cabal de suministro (m^3/h): 33.413,03

Potencia total frigorífica (kW): 107,142

Potencia frigorífica sensible (kW): 100,8

HIVIERN

EXTERIOR

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$): -3

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00236

INTERIOR

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$): 20

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00577

Q_c (W): 120.472

ENTRADA EN LA BATERÍA DE CALENTAMIENTO

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$): 20

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00577

SENSE BATERÍA D'HUMECTACIÓ

AIRE DE SUBMINISTRE

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$): 30,93

Humitat absoluta (kgW/kg): 0,00577

P_c (kW): 120,472

Dèficit de humitat (kgw/h): 0



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

3.3. Annex III. Instal·lació Geotèrmica



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

3.3.1. Dades de partida

La climatització de les oficines es realitzarà amb un sistema de bomba de calor d'intercanvi amb el subsòl.

El sistema de calefacció utilitzat és amb terra radiant amb una **demanda calorífica de 34,97 kW** (valor resultant de l'Eq. 35) i el sistema de refrigeració utilitzat és mitjançant fan-coils col·locats en el sostre amb una **potència frigorífica de 46,96 kW** (valor resultant de la Taula 21).

El disseny del sistema geotèrmic es realitza amb sondes situades en pous verticals d'una profunditat màxima de 100 m, per a ser utilitzats com intercanviador tèrmic exterior en un circuit tancat d'aigua de la bomba de calor geotèrmica, alimentada per la xarxa elèctrica.

3.3.1.1. Captació geotèrmica

En l'estiu la potència del sistema s'estima en 46,96 kW, i el sistema geotèrmic actua com absorbidor d'energia.

En aquestes circumstàncies, el intercanviador tèrmic ha de poder absorbir tota l'energia, és a dir, 46,96 kW.

Al hivern el intercanviador s'estima que ha de subministrar el 74,95 % de la potència requerida, és a dir, 34,97 kW que es necessiten per a calefactar.

3.3.1.2. Potència del sistema de bombes de calor

Es considera vàlid un factor de cobertura d'un 30% superior a la necessitat de potència tèrmica de les oficines, per la qual cosa se selecciona una bomba de calor geotèrmica de 58,1 kW de potència de sortida, fabricada per CLIVET, model WRH 182 (47,5 kW refrigeració – 58,1 kW calefacció)



Figura 64. Bomba geotèrmica marca CLIVET

3.3.2. Càlcul del sistema

3.3.2.1. Eficiència energètica de la bomba de calor (COP)

Segons la Taula 7 subministrada pel fabricant de la bomba de calor, s'escull les dades per al model 182, amb temperatura de l'aigua de sortida del intercanviador extern de 40°C i temperatura de l'aigua de sortida del intercanviador intern de 7°C.

TAMAÑOS	To (°C)	TEMPERATURA DE SALIDA DEL AGUA DEL INTERCAMBIADOR EXTERIOR(°C)														
		30			35			40			45			50		
		kWf	kWe	kWt	kWf	kWe	kWt	kWf	kWe	kWt	kWf	kWe	kWt	kWf	kWe	kWt
162	5	38.6	9.84	48.4	36.8	10.9	47.7	34.7	12.1	46.8	32.5	13.5	46.0	30.2	15.1	45.3
	6	40.0	9.87	49.9	38.0	10.9	48.9	35.9	12.2	48.1	33.7	13.6	47.3	31.4	15.2	46.6
	7	41.4	9.90	51.3	39.4	11.0	50.4	37.2	12.2	49.4	35.0	13.7	48.7	32.6	15.2	47.8
	8	42.9	9.94	52.8	40.8	11.0	51.8	38.5	12.3	50.8	36.2	13.7	49.9	33.9	15.3	49.2
	9	44.5	9.99	54.5	42.2	11.1	53.3	39.9	12.4	52.3	37.6	13.8	51.4	35.2	15.5	50.7
	10	46.2	10.0	56.2	43.7	11.2	54.9	41.3	12.5	53.8	39.0	13.9	52.9	36.6	15.6	52.2

Taula 7. Rendiments de les unitats per a geotèrmia

Les dades obtingudes són:

$$kW_f = 45 \text{ kW}$$

$$kW_e = 14,4 \text{ kW}$$

$$kW_t = 59,4 \text{ kW}$$

El COP frigorífic es calcula amb l'Eq. 7.

$$COP_f = \frac{KW_f}{KW_e}$$

Eq. 7

Substituint amb els valors obtinguts de la Taula 7, tenim que:

$$COP_f = 3,125$$

Eq. 8

El COP tèrmic es calcula amb l'Eq. 9.

$$COP_t = \frac{KW_t}{KW_e}$$

Eq. 9

Substituint amb els valors obtinguts de la Taula 7, tenim que:

$$COP_t = 4,125$$

Eq. 10

3.3.2.2. Característiques del subsòl

Degut a que no s'ha realitzat un estudi geològic del terreny, els valors es proposen segons les litologies que es troben en el 90% dels solars, que són: reblerts + substrat

terciari. En la Figura 65 es representa un esquema de les litologies que es troben en el 90% dels solars.

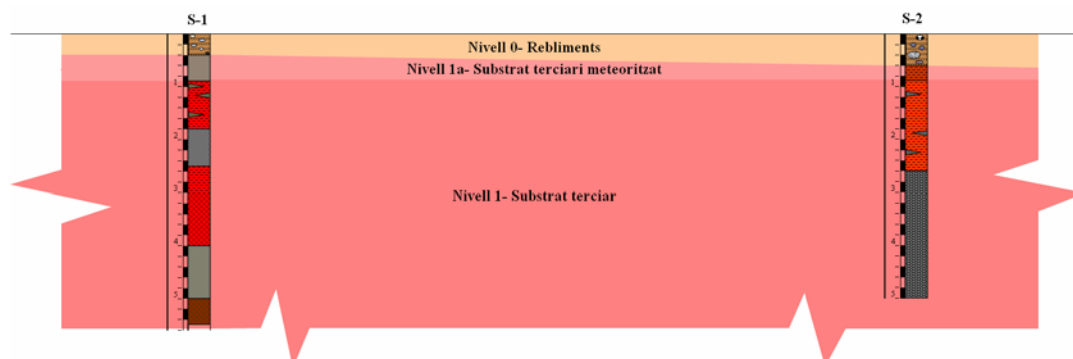


Figura 65. Esquema de les litologies que es troben en el 90% dels solars

Els reblerts: són molt variables. Es troben sorres, argiles i llims amb una presència de graves, heteromètriques i de natura bàsicament calcària.

Els substrat terciari: es tracta d'una alternança de lutites vermelles amb barres i canals centimètrics de gresos i microconglomerats. Des del punt de vista geomecànic, les lutites es consideren argiles de consistència molt dura o roques toves, mentre que els gresos es poden considerar roques de duresa mitja.

Segons el CTE DB-HE pàgina HE1-39, considerant el terreny com una capa tèrmica homogènia, indica que la conductivitat tèrmica del terreny es 2 W/m·K.

En l'escorça terrestre el gradient geotèrmic promig és de 30°C/km, lo que suposa un augment de 1°C cada 30 metres de descens, encara que aquestos valors es troben en un rang de 10 a 60 °C/km i pot arribar fins a 200 °C/km.

Si es considera que la temperatura en la superfície de l'escorça es troba a 15°C, es té que la temperatura a 60 metres de profunditat és 17°C.

3.3.2.3. Càlcul de la captació tèrmica

La calor que el recurs geotèrmic intercanvia amb el sistema es pot calcular amb Eq. 11.

$$q = \frac{L(t_g - t_w)}{R}$$

Eq. 11

A on:

L = 60 m (profunditat del pou)

t_g = 17°C (temperatura del terreny a profunditat L)

t_w = 15°C (temperatura de la superfície del terreny)

R = 2 W/m·K (coeficient d'intercanvi de calor)

Substituïm tenim que:

$$q = 60 \text{ W/m}$$

Eq. 12

3.3.2.4. Càlcul de la profunditat

La longitud de captació que es precisa es pot calcular amb l'Eq. 13.

$$L = \frac{P}{q}$$

Eq. 13

A on:

$P = 46.960 \text{ W}$ (potència de sortida màxima)

$q = 60 \text{ W/m}^2$ (la calor que el recurs geotèrmic intercanvia amb el sistema)

Llavors:

$$L = 782,67 \text{ m}$$

Eq. 14

Es requereixen 782,67 m de captació, que es repartiran en 8 pous de captació amb una profunditat de 100 m cadascun.

3.3.2.5. Càlcul del cabal d'aigua que ha de circular pel bescanviador

Es pren com hipòtesis segons dades recomanades en el catàleg de la bomba de calor, que en el bescanviador exterior treballa a les següents temperatures:

$T_H = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ (temperatura a l'estiu del circuit calent)

$T_C = 7 \text{ }^\circ\text{C}$ (temperatura a l'hivern del circuit fred)

I que l'aportació d'energia al sòl és:

$Q = 46,96 \text{ kW}$ (54.473,6 kCal/h)

• ESTIU

Salt tèrmic a l'estiu:

$$dT_{estiu} = T_H - T_g$$

Eq. 15

Substituint:

$$dT_{estiu} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$$

Eq. 16

El cabal requerit per a la captació és:

$$C = \frac{Q}{dT_{estiu}}$$

Eq. 17

Substituint:

$$C = 3.026,31 \text{ l/h}$$

Eq. 18

• HIVERN

Salt tèrmic a l'hivern:

$$dT_{hivern} = T_C - T_g$$

Eq. 19

Substituint:

$$dT_{hivern} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Eq. 20

El cabal C requerit per a la captació considerant la mateixa potència per a l'hivern com per a l'estiu és:

$$C = \frac{Q}{dT_{hivern}}$$

Eq. 21

Substituint:

$$C = 5.447,36 \text{ l/h}$$

Eq. 22

3.3.2.6. Sistema bomba de calor geotèrmica + bescanviador

Dels apartats anteriors obtenim:

- Potència en calefacció: 34,97 kW.
- Potència en refrigeració: 46,96 kW.
- Nombre de metres d'intercanvi tèrmic en el pou: 782,67 m.
- Nombre de pous de 100 m: 8 unitats.
- Cabal total d'intercanvi: 8.473,67 l/h.
- Potència tèrmica de sortida de la bomba de calor: 58,1 kW

Les capacitats del sistema són:

- HIVERN
Calefacció: 34,97 kW.
Rendiment (COP) = 4,125
- ESTIU
Refrigeració: 46,96 kW.
Rendiment (COP) = 3,125

3.3.2.7. Bomba acceleradora del circuit exterior

El cabal major a utilitzar és el d'hivern, que segons els càlculs de l'Eq. 22, és 5.447,36 l/h (5,45 m³/h).

Mirant en la pàgina del fabricant, la bomba que millor s'adapta al cabal demanat i que supera els 4 metres d'alçada (des del terreny en planta baixa fins a la sala de maquines en planta primera) és la Wilo-TOP-S 40/7.

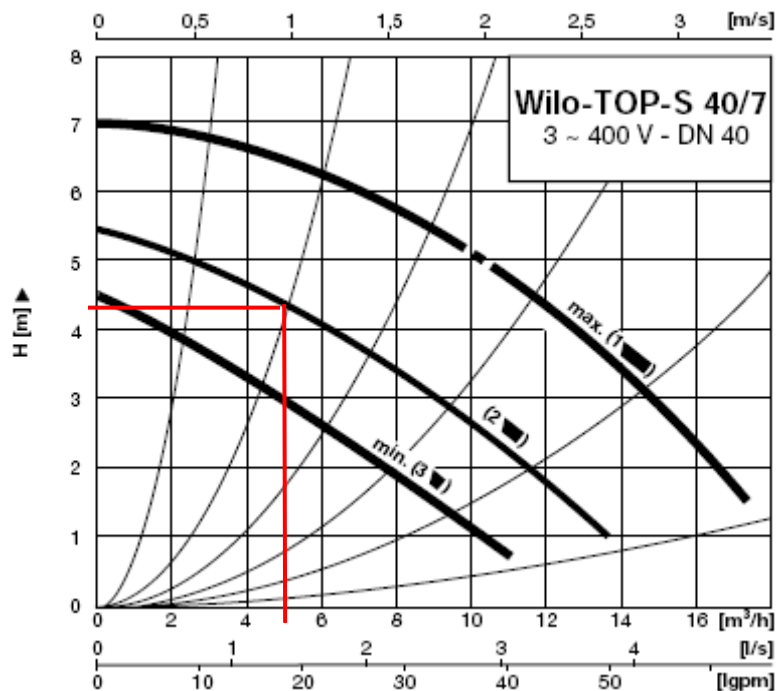


Figura 66. Diagrama caudal respecte pèrdues de càrrega de la Wilo-TOP-S 40/7



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

3.4. Annex IV. Terra Radiant



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

3.4.1. Introducció

Un sistema de terra fred per aigua fa possible un sensible refredament sense els inconvenients del soroll, corrents d'aire, obstacles o necessitats de neteja, característics d'altres sistemes de climatització en fred.

En la majoria dels casos, l'absorció del calor en el sistema fred està per sota dels 50 W/m². En els locals a on incideix el sol directament (hall d'entrada), l'absorció de calor és clarament major (per sobre dels 100 W/m²).

El sistema fred-calor requereix una regulació que previngui la possible formació de condensacions. Això se pot realitzar controlant la temperatura d'alimentació de l'aigua per damunt de la temperatura de rosada que correspongui en l'ambient interior.

El sistema de refrescament per terra pot aplicar-se, en primer lloc, allí a on existeixi ja un sistema de calefacció per terra per a l'hivern.

El sistema de refrescament per terra pot instal·lar-se sol o en combinació amb un sistema de refredament per convecció d'aire (fan-coils).

El sistema de terra, per a fred i calor, és un sistema de calefacció a baixa temperatura i un sistema de refredament a alta temperatura, que augmenta l'eficiència de la caldera, compressor de fred, bomba de calor o intercanviador de calor i redueix les pèrdues en la distribució.

La mínima temperatura acceptable de la superfície del terra en la majoria de les normes es pren a 19°C (EN ISO 7730, ASHRAE 55-92, Olesen 1977a,b). Per a persones que estan assegudes la majoria del temps, s'aconsella els 20°C.

Un factor limitador referit a la temperatura ambient i al rendiment en fred és el punt de rosada en el local. En la norma ASHRAE 62-89 s'aconsella una humitat relativa màxima del 60%, a la que amb una temperatura ambient de 26°C li correspon un punt de rosada de 17°C. En la norma alemanya (DIN 1946) es pren com valor límit superior per la humitat 11,5 grams d'aigua per kg d'aire sec, lo que correspon a un punt de rosada de 16°C.

3.4.1.1. Dimensionament del terra radiant

L'objectiu d'aquest apartat és calcular tots els paràmetres necessaris per determinar les dimensions del sistema de terra radiant que ha de permetre la climatització de la zona d'oficines de la nau objecte del projecte.

3.4.1.2. Mètode de càlcul

El sistema de terra radiant es dimensiona a partir de les necessitats de calefacció. D'aquesta manera es calcula el terra radiant a partir de les càrregues tèrmiques de calefacció màximes. El procés de càlcul del terra radiant que a continuació es descriu ha estat extret de "Manual técnico de diseño y cálculo para calefacción bajo suelo por agua caliente", Esack System.

Es parteix de la potència de calefacció en cada dependència i es divideix per la superfície de l'estança, ja que interessa tenir el rati potència calorífica/superfície. No cal calcular-lo expressament, perquè el programa CATA (DmElect) ja el calcula per si sol.

3.4.1.3. Material de recobriments del terra

El material de recobriments del terra i el seu espessor influeix sobre la transmissió de calor.

Per trobar l'influència que té el material de recobriments sobre la transferència de calor, s'utilitza Eq. 23. Un valor de R (resistivitat del terra) més baix de material del terra significa que la transferència de calor és més eficaç.

$$R = \frac{e}{\lambda} \left[\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W} \right]$$

Eq. 23

Si el terra és de rajoles ceràmiques de $e = 0,015$ m i amb una conductivitat de calor de $\lambda = 1$ W/m°C, tenim que:

$$R = \frac{0,015}{1} = 0,015 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ C / W$$

Eq. 24

3.4.1.4. Temperatura del terra

D'acord amb la UNE-EN ISO 7730:1996 Ambients tèrmics moderats: "La temperatura superficial del terra no sobrepassarà 29°C en les zones normalment ocupades". El marge més confortable de la temperatura superficial en els sistemes de calefacció sota terra es troba entre 20 i 29°C.

Es acceptable fer un disseny amb temperatures més elevades en zones específiques, com per exemple, banys o zones limitades adjacents a parets exteriors o en finestres.

3.4.1.5. Disseny de circuits

La variable més important en el disseny d'una calefacció sota terra és la demanda de calor en els locals.

Però hi ha dos variables que determinen el disseny de la calefacció sota terra; el ΔT de l'aigua (diferència de temperatura entre la impulsió i el retorn) i el pas de tub. Una combinació adequada d'aquestes variables proporciona un disseny eficaç en els sistemes de calefacció sota terra.

Per aconseguir que el disseny de la instal·lació s'optimitzi al màxim, tindrem de mantenir en els càlculs de la instal·lació una diferència de temperatura entre els circuits de tubs d'anada i tornada de 5 a 15°C. D'aquesta manera, evitarem que la temperatura del terra no sigui uniforme.

Considerant els aspectes econòmics, un pas de tub de 200 mm (distància entre els centres) optimitza el disseny i la instal·lació de calefacció sota terra. Aquest pas és molt comú en les instal·lacions de calefacció sota terra.

3.4.1.6. Diàmetre del tub

En el disseny de les instal·lacions de calefacció sota terra es recomana la utilització de tubs de 20 x 1,9 mm i 16 x 1,8 encara que també s'instal·len freqüentment tubs de altres dimensions, com son 17 x 2,0 degut a les exigències de producció de calor i de caiguda de pressió o aspectes pràctics com la flexibilitat del tub.

3.4.1.7. Profunditat del tub

La profunditat de la temperatura està directament relacionada amb la temperatura de l'aigua, és a dir, en un sistema a on el tub estigui instal·lat a més profunditat, la temperatura de l'aigua tindrà de ser major. Al mateix temps, la temperatura del terra serà més uniforme.

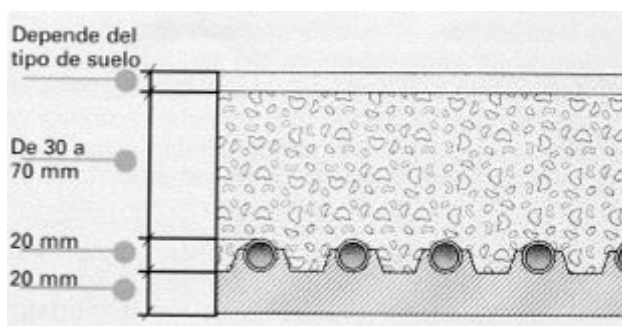


Figura 67. Profunditat del tub

En el morter es recomana una profunditat d'entre 30 i 70 mm per sobre del tub. Si la canonada està instal·lada massa prop de la superfície, la temperatura del sòl podrà variar massa. Si la canonada està instal·lada molt profundament, part de l'energia calorífica quedarà emmagatzemada. Aquesta situació farà augmentar el temps de resposta. Basant-nos en les propietats del morter i de l'aigua, val la pena fer observar la capacitat d'emmagatzematge d'energia de l'aigua, que és més del doble que la del morter.

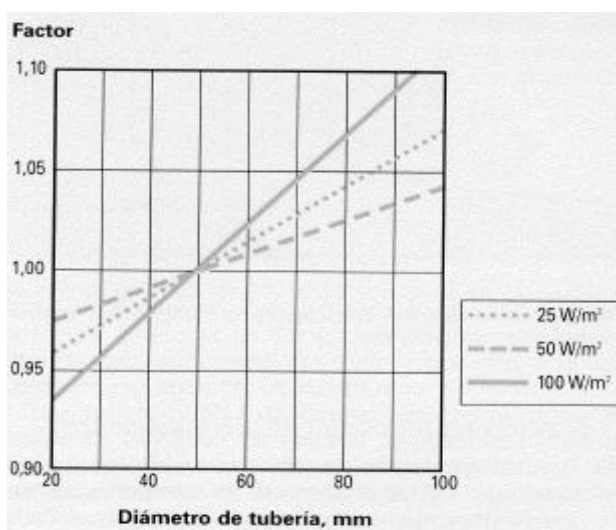


Figura 68. Temperatura de l'aigua en funció de la profunditat del tub

3.4.2. Càlcul de terra radiant

3.4.2.1. Dades de partida

En el capítol 3.2. ANNEX II. CÀRREGUES TÈRMiques s'indiquen els resultats obtinguts amb el programa CATA (DmElect). En les taules 1.1. i 1.2. són un resum dels locals analitzats a on s'instal·larà el terra radiant.

Denominació Local	Superfície (m²)	Volum (m³)	q (W/m²)
Sala de treball i administració	120,82	291,77	57,43
Sala d'ordinadors	9,89	22,67	31,95
sala de reunions	14,18	34,25	34,06
despatx 1	13,26	32,01	33,94
escales	13,30	32,12	57,37
despatx 2	13,23	31,96	33,48
Atenció al client	81,98	197,97	105,83
Lavabo homes	5,40	13,05	34,81
Lavabo dones	5,38	12,99	34,57

Taula 8. Resum dimensional i tèrmic de les estances de planta baixa.

Denominació Local	Superfície (m²)	Volum (m³)	q (W/m²)
Despatx 3	6,36	17,28	92,30
Despatx 4	6,74	18,30	90,95
Pas 1	17,72	48,10	73,48
Pas 2	10,53	28,60	75,97
Sala de treball	53,11	144,16	60,55
Despatx 5	19,02	51,69	36,70
Escala - sal d'espera	19,78	53,73	38,32
Despatx direcció	37,73	102,42	41,96
Office	13,86	37,63	37,16
Vestuari homes	12,81	34,76	92,74
Vestuari dones	16,41	44,55	34,86

Taula 9. Resum dimensional i tèrmic de les estances de planta primera.

3.4.2.2. Criteri de disseny

Els criteris de disseny aplicats en aquesta instal·lació són:

- La temperatura ambient és de 20°C.
- La demanda calorífica de la casa és de <100 W/m², exclouent-hi les pèrdues en el sentit descendent (per limitar la temperatura del terra a 29°C).
- La caiguda de temperatura a través del circuit de les canonades estarà compreses entre 5°C i 15°C.
- Les canonades són de dimensions 16 x 1,8 mm i de 20 x 1,9 mm.
- Les canonades d'alimentació són de PEX.
- La profunditat del tub és de 50 mm.
- La màxima longitud del tub per circuit no sobrepassarà dels 125 m.

- L'amplada màxima que abastarà cada circuit independent no sobrepassarà dels 10 m.
- La superfície ideal per circuit independent deurà ser inferior a 25 m².
- Es realitzaran circuits independents en cada local.

3.4.2.3. Temperatura superficial

El coeficient de transmissió de calor en el terra α_{terra} , val 12 W/m² °C. Té dos components; un és el coeficient de transmissió per radiació, i l'altre és el coeficient de transmissió per convecció.

Per al càlcul del terra radiant, és suficient amb conèixer el coeficient de transmissió per radiació que és aproximadament el 60% sobre el total de transmissió α_{terra} , y el de convecció de un 40%.

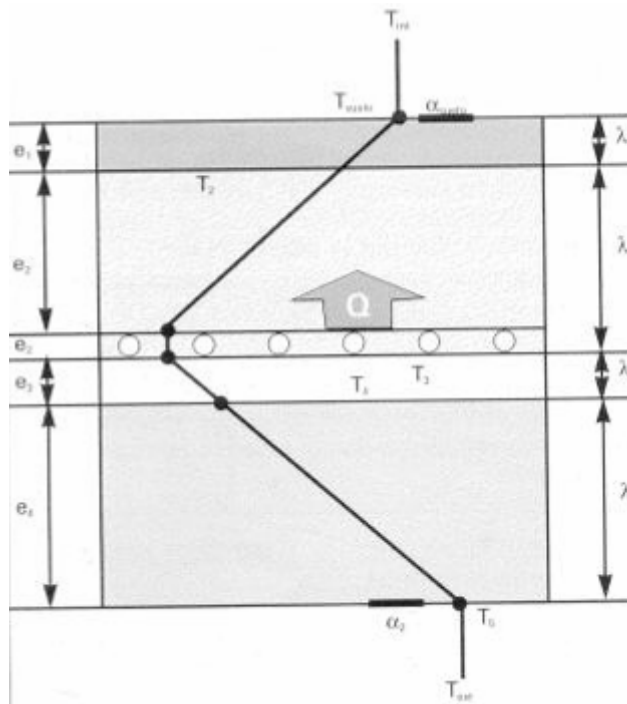


Figura 69. Temperatura del terra

Observant la Figura 69, tenim que:

$$\Delta T_{\alpha} = T_{terra} - T_{int} = \frac{Q}{S} \times \frac{1}{\alpha_{terra}} = \frac{q}{\alpha_{terra}}$$

Eq. 25

Aïllant la temperatura del terra, tenim que:

$$T_{terra} = T_{int} + \frac{q}{\alpha_{terra}}$$

Eq. 26

Considerant el local més desfavorable que és Atenció al client (Taula 1.1) que val $q=105,83 \text{ W/m}^2$, la temperatura interior són 20°C i α_{terra} val $12 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$T_{\text{terra}} = 20 + \frac{105,83}{12} = 28,82^\circ\text{C} < 29^\circ\text{C}$$

Eq. 27

La temperatura del terra ens dona $28,82^\circ\text{C}$ inferior a 29°C , d'acord amb la UNE-EN ISO 7730:1996 Ambients tèrmics moderats.

3.4.2.4. Temperatura d'impulsió i pas entre tubs

La temperatura de l'aigua d'impulsió que circula per les canonades de la calefacció sota terra ve determinada pel valor de la demanda calorífica q , per la temperatura ambient t_{int} , per les característiques del recobriment del terra i per l'espessor del morter per damunt del terra.

Els sistema de calefacció sota terra està dissenyat per a salts de temperatura de l'aigua d'un màxim de 15°C . Quan menor és el salt de temperatura, més homogènia és la temperatura del terra.

$$\Delta T_{\text{circuit}} = T_{\text{impulsió}} - T_{\text{retorn}} \leq 15^\circ\text{C}$$

Eq. 28

La temperatura d'impulsió de la instal·lació la calculem utilitzant el local amb q més desfavorable, que són els circuits C1, C2, C3, C4 i C5 (Taula 8 i Taula 9). Aquestos circuits corresponen als circuits de la sala d'atenció al client. Degut a que la sala té una superfície superior a 25 m^2 s'han dividit en diferents circuits. Treballarem amb el circuit C1.

El valor de l'espessor del morter que és 5 cm i amb el valor de R calculat en la Eq. 24 que val $0,015$ que a efectes de càlcul considerarem que val 0 , degut a que les gràfiques són per als valors 0 , $0,05$, $0,10$, $0,15$, $0,20$ i com que $0,015$ és més pròxim a 0 que a $0,05$.

Tenim que per a $q= 105,83 \text{ W/m}^2$ obtenim:

$\Delta T_H = 14,82^\circ\text{C}$. Per un pas de 10 cm

$\Delta T_H = 17,64^\circ\text{C}$. Per un pas de 15 cm

$\Delta T_H = 20,35^\circ\text{C}$. Per un pas de 20 cm

$\Delta T_H = 26,15^\circ\text{C}$. Per un pas de 30 cm

$\Delta T_H = 33,87^\circ\text{C}$. Per un pas de 40 cm

D'aquestos valors escollim el més adequat per optimitzar el funcionament de la instal·lació. El criteri de selecció és el següent:

- Agafem el ΔT_H més alt, que correspondrà amb el de major pes, que és $\Delta T_H = 33,87^\circ\text{C}$.
- Busquem el local més favorable que serà el que tingui menor valor de q , que és la sala d'ordinadors amb $q = 31,95 \text{ W/m}^2$.
- Traslladem aquestos valors la Figura 70. Gràfic dels passos en funció de ΔT_H , R_{terra} , e_{morter} i q desfavorable. i llegim el valor de major pas (40 cm) que és $10,22^\circ\text{C}$.

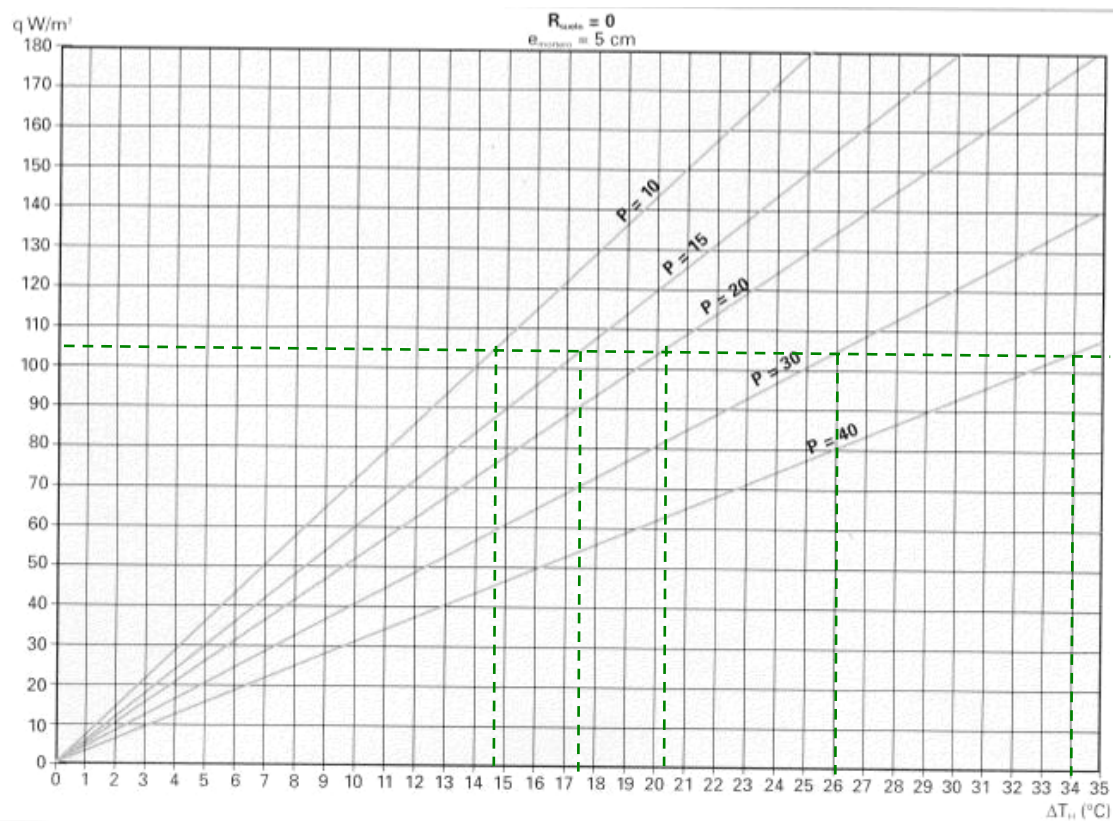


Figura 70. Gràfic dels passos en funció de ΔT_H , R_{terra} , e_{morter} i q desfavorable.

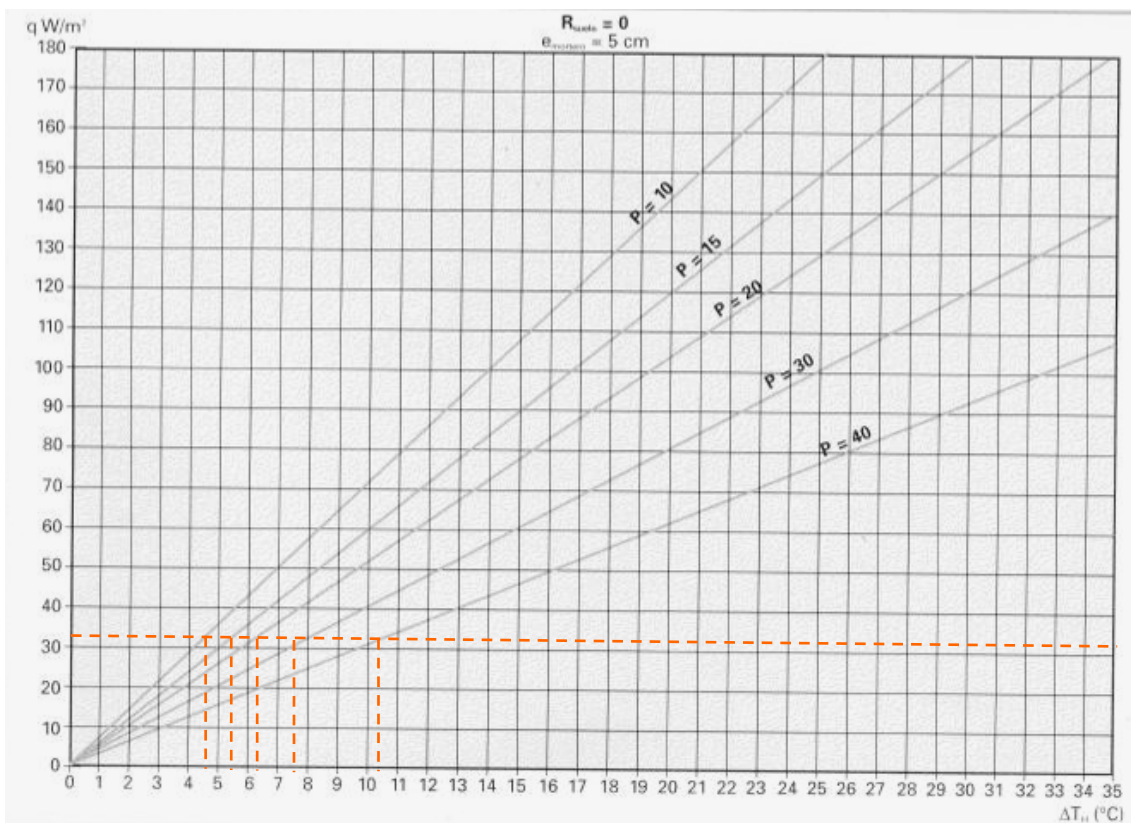


Figura 71. Gràfic dels passos en funció de ΔT_H , R_{terra} , e_{morter} i q favorable.

- Amb el valor màxim i mínim ens anem a la Taula 10 de conversions. En la columna $\Delta T_H=5$ busquem el valor que més s'ajusti al màxim calculat. Comprovem que el valor de ΔT_H mínim calculat (o valor pròxim) se trobi en alguna celda de la fila seleccionada. Si no el trobem repetim el procés fins a trobar un valor que s'ajusti a les necessitats de la instal·lació.

En les oficines resulten els valors: ΔT_H (màxim) = 16,37

ΔT_H (mínim) = 9,63

$T_{imp} = 39^\circ\text{C}$

ΔT_{H1}	$\Delta T=5$	$\Delta T=6$	$\Delta T=7$	$\Delta T=8$	$\Delta T=9$	$\Delta T=10$	$\Delta T=11$	$\Delta T=12$	$\Delta T=13$	$\Delta T=14$	$\Delta T=15$
55	32,43	31,91	31,37	30,83	30,28	29,72	29,15	28,58	28,00	27,41	26,80
54	31,43	30,90	30,36	29,82	29,27	28,71	28,14	27,57	26,98	26,38	25,78
53	30,43	29,90	29,36	28,81	28,26	27,70	27,13	26,55	25,96	25,36	24,75
52	29,43	28,90	28,36	27,81	27,25	26,69	26,11	25,53	24,94	24,33	23,71
51	28,43	27,89	27,35	26,80	26,24	25,68	25,10	24,51	23,91	23,30	22,68
50	27,42	26,89	26,34	25,79	25,23	24,66	24,08	23,49	22,89	22,27	21,64
49	26,42	25,88	25,34	24,78	24,22	23,65	23,06	22,47	21,86	21,24	20,60
48	25,42	24,88	24,33	23,78	23,21	22,63	22,04	21,44	20,83	20,20	19,55
47	24,41	23,87	23,32	22,77	22,20	21,61	21,02	20,41	19,79	19,15	18,50
46	23,41	22,87	22,32	21,75	21,18	20,60	20,00	19,38	18,75	18,11	17,44
45	22,41	21,86	21,31	20,74	20,17	19,58	18,97	18,35	17,71	17,05	16,37
44	21,40	20,86	20,30	19,73	19,15	18,55	17,94	17,31	16,66	15,99	15,29
43	20,40	19,85	19,29	18,71	18,13	17,53	16,91	16,27	15,61	14,92	14,20
42	19,39	18,84	18,28	17,70	17,11	16,50	15,87	15,22	14,54	13,84	13,10
41	18,39	17,83	17,26	16,68	16,08	15,46	14,83	14,16	13,47	12,74	11,97
40	17,38	16,82	16,25	15,66	15,05	14,43	13,77	13,10	12,38	11,63	10,82
39	16,37	15,81	15,23	14,64	14,02	13,38	12,72	12,02	11,28	10,49	9,63
38	15,36	14,80	14,21	13,61	12,98	12,33	11,65	10,92	10,15	9,31	8,37
37	14,35	13,78	13,19	12,58	11,94	11,27	10,56	9,80	8,98	8,07	7,01
36	13,34	12,76	12,17	11,54	10,89	10,19	9,46	8,66	7,76	6,73	5,41
35	12,33	11,74	11,13	10,50	9,82	9,10	8,32	7,46	6,45	5,17	—
34	11,32	10,72	10,10	9,44	8,74	7,98	7,14	6,17	4,93	—	—
33	10,30	9,69	9,05	8,37	7,63	6,81	5,88	4,68	—	—	—
32	9,28	8,66	7,99	7,28	6,49	5,58	4,43	—	—	—	—
31	8,25	7,61	6,92	6,16	5,28	4,17	—	—	—	—	—
30	7,21	6,55	5,81	4,97	3,91	—	—	—	—	—	—

Taula 10. Taula de conversions.

L'àrea de treball de la instal·lació de terra radiant es mourà segons la Figura 72.

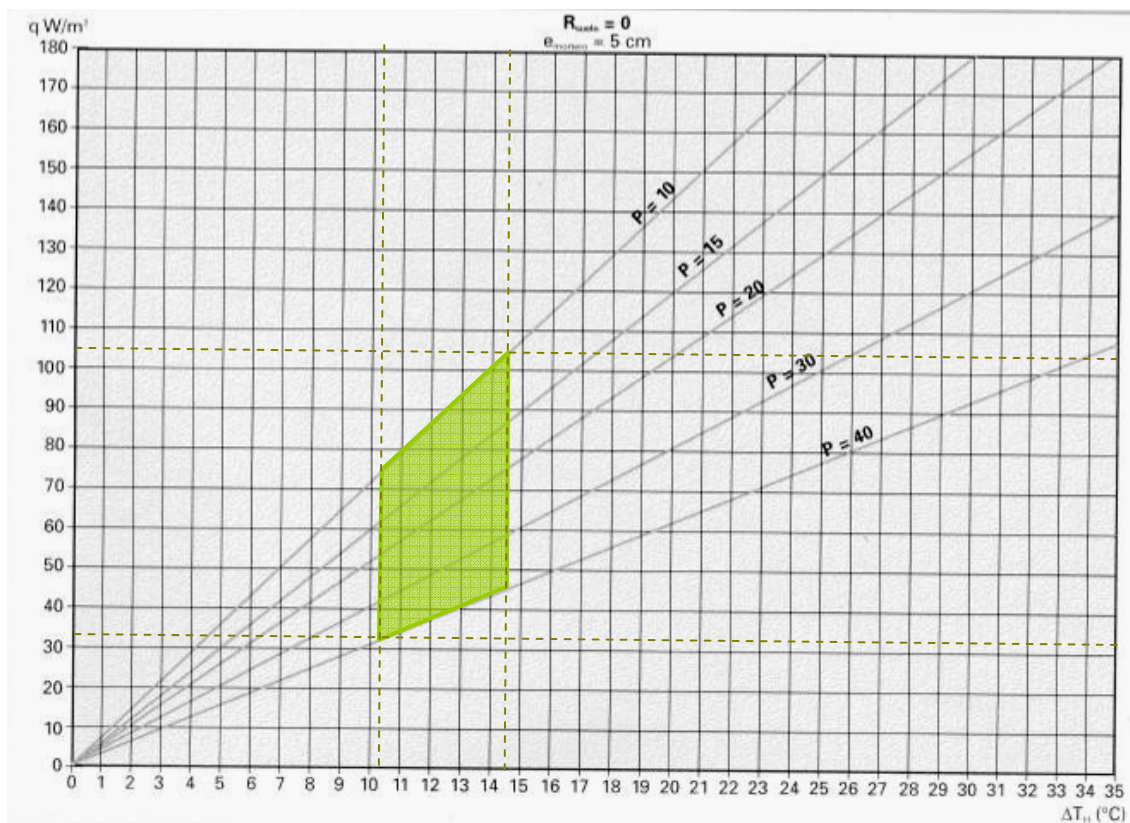


Figura 72. L'àrea de treball de la instal·lació de terra radiant

S'obtenen els valors de la Taula 11 i Taula 12.

Circuit	Superfície (m²)	q (W/m²)	R. terra	Pas (cm)	ΔTh (°C)	ΔT (°C)	T rec (°C)	Q (W)
C1	15,17	105,83	0,00	20	11,04	13,00	26,00	1.605,45
C2	14,1	105,83	0,00	20	11,04	13,00	26,00	1.492,21
C3	18,29	105,83	0,00	20	11,04	13,00	26,00	1.935,64
C4	17,21	105,83	0,00	20	11,04	13,00	26,00	1.821,35
C5	17,21	105,83	0,00	20	11,04	13,00	26,00	1.821,35
C6	18,36	57,43	0,00	20	11,04	13,00	26,00	1.054,46
C7	18,23	57,43	0,00	20	11,04	13,00	26,00	1.047,00
C8	18,44	57,43	0,00	20	11,04	13,00	26,00	1.059,06
C9	18,44	57,43	0,00	20	11,04	13,00	26,00	1.059,06
C10	12,98	57,43	0,00	20	11,04	13,00	26,00	745,47
C11	18,77	57,43	0,00	20	11,04	13,00	26,00	1.078,01
C12	10,27	57,43	0,00	20	11,04	13,00	26,00	589,83
C13	5,33	57,43	0,00	20	11,04	13,00	26,00	306,12
C14	9,89	31,95	0,00	40	10,22	14,00	25,00	316,00
C15	13,23	33,48	0,00	40	10,71	14,00	25,00	443,00
C16	13,3	57,37	0,00	20	11,03	13,00	26,00	763,00
C17	13,26	33,94	0,00	40	10,86	14,00	25,00	450,00
C18	14,18	34,06	0,00	40	10,90	13,00	26,00	483,00
C19	5,38	34,57	0,00	40	11,06	13,00	26,00	186,00
C20	5,4	34,81	0,00	40	11,14	13,00	26,00	188,00

Taula 11. Resum tèrmic de les estances de planta baixa.

Circuit	Superfície (m²)	q (W/m²)	R. terra	Pas (cm)	ΔTh (°C)	ΔT (°C)	T rec (°C)	Q (W)
C21	18,48	41,96	0,00	40	13,43	10,00	29,00	775,35
C22	19,25	41,96	0,00	40	13,43	10,00	29,00	807,65
C23	17,71	60,55	0,00	20	11,64	12,00	27,00	1.072,40
C24	17,7	60,55	0,00	20	11,64	12,00	27,00	1.071,80
C25	17,7	60,55	0,00	20	11,64	12,00	27,00	1.071,80
C26	19,78	38,32	0,00	40	12,26	12,00	27,00	758,00
C27	19,02	36,70	0,00	40	11,74	12,00	27,00	698,00
C28	13,86	37,16	0,00	40	11,89	12,00	27,00	515,00
C29	6,74	90,95	0,00	20	12,73	9,00	30,00	613,00
C30	6,36	92,30	0,00	10	12,92	11,00	28,00	587,00
C31	4,97	73,48	0,00	20	14,13	9,00	30,00	365,18
C32	12,75	73,48	0,00	20	14,13	9,00	30,00	936,82
C33	16,41	34,86	0,00	40	11,16	13,00	26,00	572,00
C34	3,88	75,97	0,00	20	14,61	8,00	31,00	294,78
C35	6,65	75,97	0,00	20	14,61	8,00	31,00	505,22
C36	12,81	92,74	0,00	10	12,97	11,00	28,00	1.188,00

Taula 12. Resum tèrmic de les estances de planta primera.

3.4.2.5. Càlcul del caudal de l'aigua

L'aigua en els sistemes de calefacció sota terra és l'encarregat de fluir pels circuits de canonades, subministrant el calor al terra.

En les oficines, el requeriment de calor sol ser proporcional a l'àrea de cada local. La longitud de les canonades serà diferent en cada circuit. En els locals més grans tindrà major caudal d'aigua en el circuit.

El valor del caudal de l'aigua està determinat per la quantitat de calor requerida i el salt tèrmic entre anada i retorn.

El caudal es calcula segons la Eq. 29

$$C = \frac{Q \cdot 0,86}{\Delta T_{\text{circuit}} \cdot 3.600} \quad (l/s)$$

Eq. 29

A on:

C = caudal de l'aigua (l/s).

Q = demanda calorífica W.

$\Delta T_{\text{circuit}} = T_{\text{impulsió}} - T_{\text{retorn}}$

I el caudal total de la instal·lació serà la suma de tots els caudals.

La velocitat de l'aigua es calcula amb la Eq. 30.

$$V = \frac{C}{V_a} \quad (m/s)$$

Eq. 30

A on:

V_a = Volum de l'aigua per metre de tub. Per a tub de 16 x 1,8; $V_a = 0,125$ l/m,
i per a tub de 20 x 1,9; $V_a = 0,206$ l/m.

S'obtenen els valors de la Taula 13 i Taula 14.

Circuit	Cabal d'aigua (l/s)	$V=C/V_a$	Velocitat (m/seg)	Secció (mm ²)	Diàmetre int. (mm)	Diàmetre (mm)
C1	0,030	0,14	0,2	147,51	13,70	20 x 1,9
C2	0,027	0,13	0,2	137,11	13,21	20 x 1,9
C3	0,036	0,17	0,2	177,85	15,05	20 x 1,9
C4	0,033	0,16	0,2	167,35	14,60	20 x 1,9
C5	0,033	0,16	0,2	167,35	14,60	20 x 1,9
C6	0,002	0,02	0,2	12,11	3,93	16 x 1,8
C7	0,002	0,02	0,2	12,02	3,91	16 x 1,8
C8	0,002	0,02	0,2	12,16	3,94	16 x 1,8
C9	0,002	0,02	0,2	12,16	3,94	16 x 1,8
C10	0,002	0,01	0,2	8,56	3,30	16 x 1,8
C11	0,002	0,02	0,2	12,38	3,97	16 x 1,8
C12	0,001	0,01	0,2	6,77	2,94	16 x 1,8
C13	0,001	0,01	0,2	3,52	2,12	16 x 1,8
C14	0,005	0,04	0,2	26,96	5,86	16 x 1,8
C15	0,008	0,06	0,2	37,80	6,94	16 x 1,8
C16	0,014	0,11	0,2	70,10	9,45	16 x 1,8
C17	0,008	0,06	0,2	38,39	6,99	16 x 1,8
C18	0,009	0,07	0,2	44,38	7,52	16 x 1,8
C19	0,003	0,03	0,2	17,09	4,66	16 x 1,8
C20	0,003	0,03	0,2	17,27	4,69	16 x 1,8

Taula 13. Cabals i velocitats del circuits de planta baixa.

Circuit	Cabal d'aigua (l/s)	$V=C/V_a$	Velocitat (m/seg)	Secció (mm ²)	Diàmetre int. (mm)	Diàmetre (mm)
C21	0,009	0,07	0,2	46,31	7,68	16 x 1,8
C22	0,010	0,08	0,2	48,23	7,84	16 x 1,8
C23	0,007	0,06	0,2	35,58	6,73	16 x 1,8
C24	0,007	0,06	0,2	35,58	6,73	16 x 1,8
C25	0,007	0,06	0,2	35,56	6,73	16 x 1,8
C26	0,015	0,12	0,2	75,45	9,80	16 x 1,8
C27	0,014	0,11	0,2	69,48	9,41	16 x 1,8
C28	0,010	0,08	0,2	51,26	8,08	16 x 1,8
C29	0,016	0,13	0,2	81,35	10,18	16 x 1,8
C30	0,013	0,10	0,2	63,74	9,01	16 x 1,8
C31	0,005	0,04	0,2	24,23	5,55	16 x 1,8
C32	0,012	0,10	0,2	62,17	8,90	16 x 1,8
C33	0,011	0,08	0,2	52,56	8,18	16 x 1,8
C34	0,009	0,07	0,2	44,01	7,49	16 x 1,8
C35	0,015	0,12	0,2	75,43	9,80	16 x 1,8
C36	0,013	0,10	0,2	64,50	9,06	16 x 1,8

Taula 14. Cabals i velocitats del circuits de planta primera.

El caudal total de la instal·lació és la suma de tots els caudals dels circuits, que és 0,399l/s.

3.4.2.6. Càlcul de les canonades d'alimentació

Una vegada conegudes les necessitats de les oficines, el salt tèrmic i el caudal necessari, podem calcular els diàmetres de les canonades d'alimentació.

Generalment, per al dimensionat es practica el mètode d'eleger el diàmetre de tal manera que la pèrdua de càrrega es manté constant per metre lineal de canonada i accessoris. Els accessoris es transformen en la seva longitud equivalent de canonada i se li afegeix a la part recta per determinar la longitud real de la canonada i procedir al seu dimensionat.

Una vegada seleccionada la pèrdua de càrrega per metre i coneguda la longitud real i el caudal total, podem llegir el diàmetre del tub d'alimentació en la Figura 73.

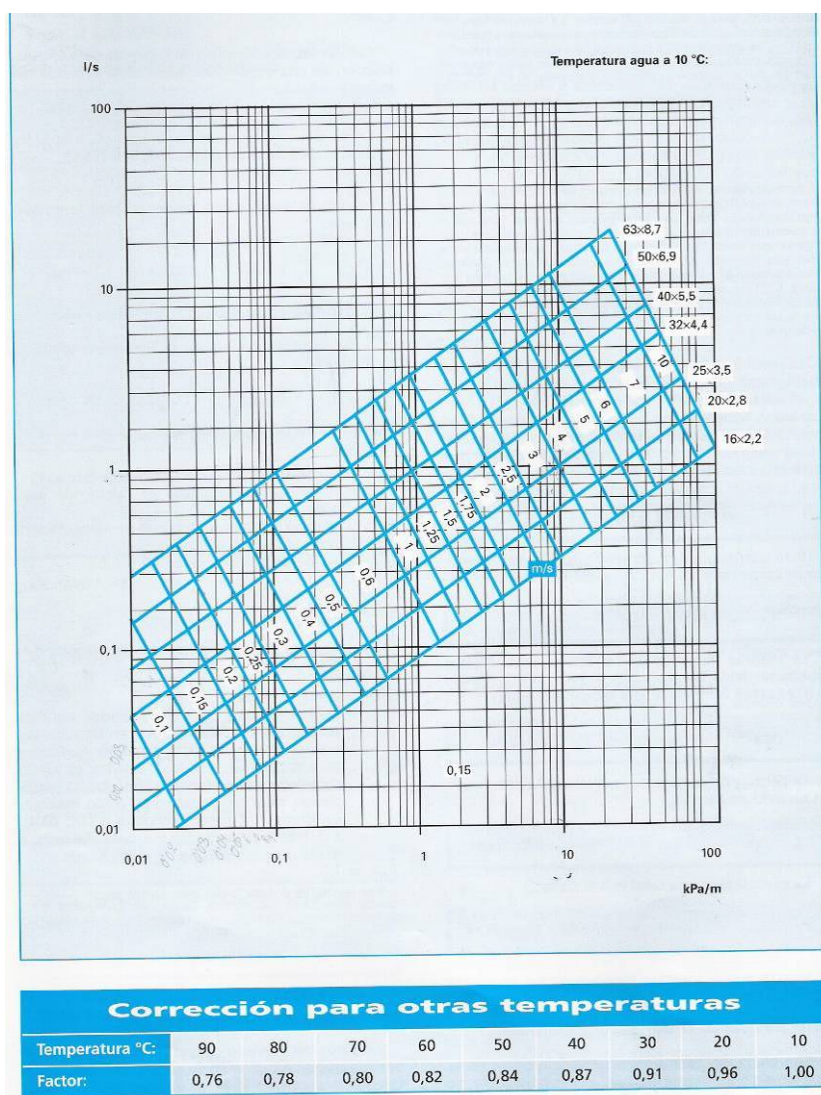


Figura 73. Diagrama de pèrdues de càrrega.

Canonada Alimentació del circuit	Cabal d'aigua (l/s)	Diàmetre (mm)	Pèrdua càrrega per metre (kPa/m)	Longitud tub alimentació (m)	Longitud tub + accessoris (m)	Pèrdua càrrega (kPa)
C1	0,030	20 x 1,9	0,038	6,20	7,70	0,25
C2	0,027	20 x 1,9	0,030	3,00	4,50	0,12
C3	0,036	20 x 1,9	0,050	0,20	1,70	0,07
C4	0,033	20 x 1,9	0,043	3,50	5,00	0,19
C5	0,033	20 x 1,9	0,043	0,20	1,70	0,06
C6	0,002	16 x 1,8	0,020	13,50	14,70	0,26
C7	0,002	16 x 1,8	0,020	10,20	11,40	0,20
C8	0,002	16 x 1,8	0,020	7,20	8,40	0,15
C9	0,002	16 x 1,8	0,020	4,20	5,40	0,09
C10	0,002	16 x 1,8	0,020	0,70	1,90	0,03
C11	0,002	16 x 1,8	0,020	3,20	4,40	0,08
C12	0,001	16 x 1,8	0,020	7,00	8,20	0,14
C13	0,001	16 x 1,8	0,020	8,20	9,40	0,16
C14	0,005	16 x 1,8	0,020	7,00	8,20	0,14
C15	0,008	16 x 1,8	0,020	17,00	18,20	0,32
C16	0,014	16 x 1,8	0,020	12,00	13,20	0,23
C17	0,008	16 x 1,8	0,020	8,00	9,20	0,16
C18	0,009	16 x 1,8	0,020	3,50	4,70	0,08
C19	0,003	16 x 1,8	0,020	3,50	4,70	0,08
C20	0,003	16 x 1,8	0,020	6,00	7,20	0,13

Taula 15. Pèrdues de càrrega en canonades d'alimentació en planta baixa.

Canonada Alimentació del circuit	Cabal d'aigua (l/s)	Diàmetre (mm)	Pèrdua càrrega per metre (kPa/m)	Longitud tub alimentació (m)	Longitud tub + accessoris (m)	Pèrdua càrrega (kPa)
C21	0,009	16 x 1,8	0,020	11,50	12,70	0,22
C22	0,010	16 x 1,8	0,020	18,00	19,20	0,33
C23	0,007	16 x 1,8	0,020	7,30	8,50	0,15
C24	0,007	16 x 1,8	0,020	4,00	5,20	0,09
C25	0,007	16 x 1,8	0,020	0,80	2,00	0,03
C26	0,015	16 x 1,8	0,020	13,50	14,70	0,26
C27	0,014	16 x 1,8	0,020	12,50	13,70	0,24
C28	0,010	16 x 1,8	0,020	6,00	7,20	0,13
C29	0,016	16 x 1,8	0,020	6,50	7,70	0,13
C30	0,013	16 x 1,8	0,020	3,50	4,70	0,08
C31	0,005	16 x 1,8	0,020	3,00	4,20	0,07
C32	0,012	16 x 1,8	0,020	3,00	4,20	0,07
C33	0,011	16 x 1,8	0,020	5,50	6,70	0,12
C34	0,009	16 x 1,8	0,020	10,00	11,20	0,19
C35	0,015	16 x 1,8	0,020	4,50	5,70	0,10
C36	0,013	16 x 1,8	0,020	2,00	3,20	0,06

Taula 16. Pèrdues de càrrega en canonades d'alimentació en planta primera.

3.4.2.7. Càlcul de les pèrdues de càrrega totals

Les pèrdues de càrrega totals s'obtenen com la suma següent:

- Pèrdues de càrrega en el circuit de canonades més desfavorable.
- Pèrdues de càrrega en els col·lectors.
- Pèrdues de càrrega en les canonades d'alimentació i retorn.

El circuit més desfavorable és el circuit C3, amb un cabal de 0,036 l/s. La pèrdua de càrrega segons la Figura 73, per a diàmetre 20 mm és de 0,05 kPa/m, per una longitud del circuit de 91,45 m i aplicant el factor de correcció per a una temperatura de 39°C, es dona una pèrdua de càrrega de **3,98 kPa** (segons Figura 73).

Les pèrdues de càrrega en les vàlvules del col·lector es llegeix en la Figura 74.

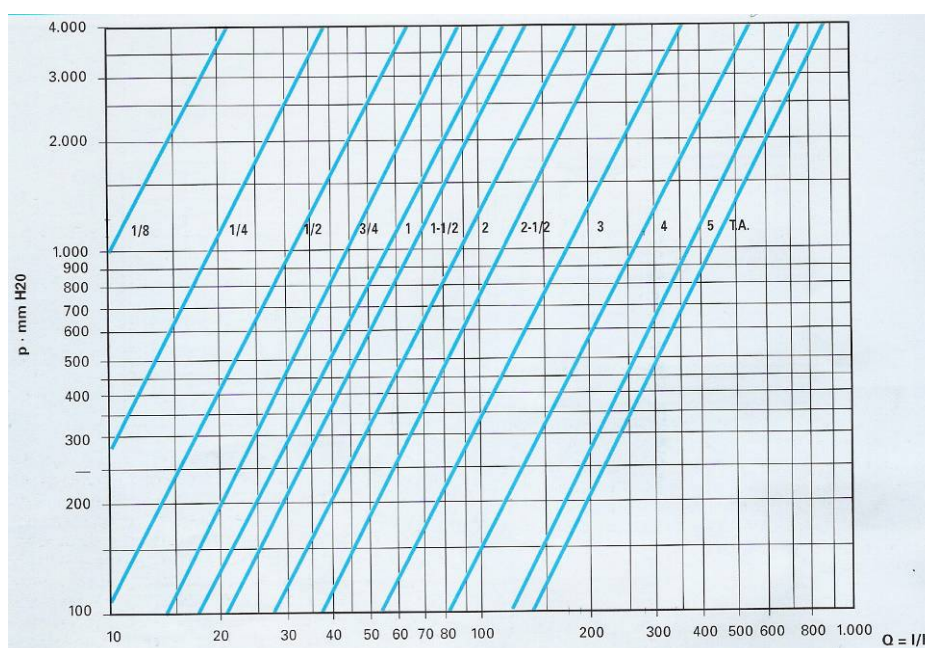


Figura 74. Diagrama de pèrdua de càrrega del col·lector.

Col·lector	Cabal d'aigua (l/s)	V=C/Va	Velocitat (m/s)	Secció (mm²)	Diàmetre interior (mm)	Diàmetre (mm)	Cabal (l/h)	Pèrdua càrrega (kPa)
1,2,3	0,092	0,449	0,5	184,98	15,35	20 x 1,9	332,97	1,5 *
4,5	0,067	0,325	0,5	133,88	13,06	20 x 1,9	240,98	0,9 *
6,7,8,9, 10,11,12,13	0,016	0,077	0,5	31,88	6,37	16 x 1,8	57,38	0,43 **
14,15,16,17, 18,19,20	0,050	0,245	0,5	100,80	11,33	16 x 1,8	181,44	0,5 *
21,22,23,24, 25, 26,27,28	0,079	0,386	0,5	158,98	14,23	20 x 1,9	286,17	1,25 *
29,30,31,32, 33,34,35,36	0,094	0,454	0,5	187,20	15,44	20 x 1,9	336,95	1,5 *
Total	0,399						1.435,89	6,08

* vàlvula totalment oberta

** vàlvula mig oberta

Taula 17. Pèrdues de càrrega dels col·lectors.

Les pèrdues de càrrega de les canonades d'alimentació serà el sumatori de totes pèrdues de càrrega de les Taula 15 i Taula 16.

La pèrdua de càrrega total serà:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{circuit}} + \Delta P_{\text{col·lector}} + \Delta P_{\text{canonada}}$$

Eq. 31

Substituint valors tenim:

$$\Delta P = 3,98 + 6,08 + 5,22$$

Eq. 32

$$\Delta P = 15,28 \text{ kPa}$$

Eq. 33

3.4.2.8. Càlcul de la bomba de circulació

Amb el fi de dimensionar les característiques de la bomba per al sistema e calefacció per terra radiant, es necessita obtenir el cabal total i les pèrdues de càrrega de la instal·lació.

Caudal total de la instal·lació = 0,399 l/s (1.435,88 l/h)

Pèrdues de càrrega de la instal·lació = 15,28 kPa (1,56 m.c.a.)

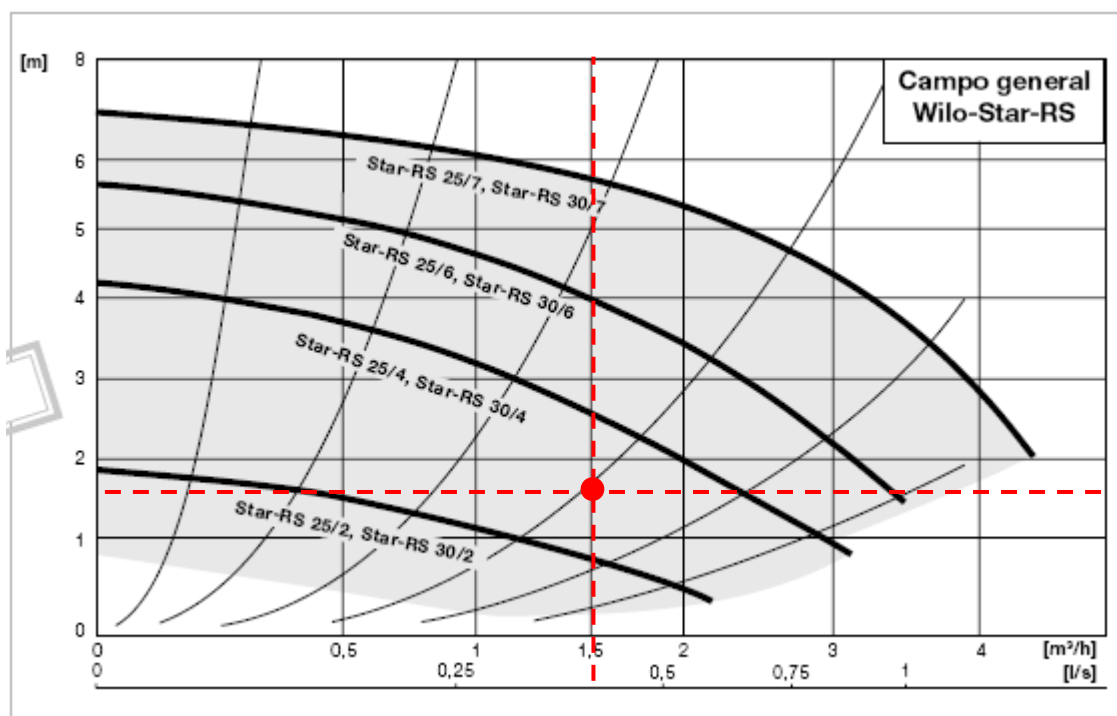


Figura 75. Diagrama caudal respecte pèrdues de càrrega

Mirant el diagrama de la Figura 75, veiem que la bomba òptima es la Wilo-Star-RS 25/4. les característiques tècniques estan al annex de catàlegs.

3.4.2.9. Càlcul de la potència del generador

La potència del generador es determina segons la Eq. 34.

$$P = (Q + Q_T) \cdot a$$

Eq. 34

A on:

P = Potència del generador en kCal/h.

Q = Potència total instal·lada en calefacció sota terra en kCal/h.

Q_T = Pèrdua de calor en canonades d'alimentació, muntants, etc... en kCal/h.
Es pot calcular com a mode d'aproximació el 5% de la potència útil instal·lada.

a = Augment per inèrcia, de 1,1 a 1,2.

En la instal·lació tenim que:

$$Q = 30.276 \text{ W} \quad (26.100 \text{ kCal/h})$$

$$Q_T = 1.513,8 \text{ W} \quad (1.305 \text{ kCal/h})$$

$$a = 1,1$$

$$P = 34.969 \text{ W} \quad (30.353 \text{ kCal/h})$$

Eq. 35

3.4.2.10. Càlcul del dipòsit d'expansió

La missió del dipòsit d'expansió és la d'absorbir l'augment de volum d'aigua que es produeix al escalfar la continguda en la instal·lació.

En els sistemes de calefacció sota terra les necessitats d'expansió del fluid no varia respecte altres sistemes de calefacció.

El volum d'aigua en la instal·lació se pot calcular segons l'equació Eq. 36.

$$V_{inst} = V_{canonada} \cdot L$$

Eq. 36

A on:

V_{inst} = Volum d'aigua en la canonada de la instal·lació.

$V_{canonada}$ = 0,206 l/m en el tub de 20 x 1,9 mm i 0,125 l/m en el tub de 16 x 1,8 mm.

L = Longitud total de la canonada (m).

$$V_{inst} = 326,29 \text{ l}$$

Eq. 37

El volum d'aigua per m^2 en aquest sistema de calefacció, d'acord amb les relacions anteriors, és de 1 l/m^2 , el volum de les canonades d'alimentació i de la caldera es te de tindre en compte quan es selecciona el vas d'expansió.

El depòsit d'expansió es calcula segons la norma UNE 100-155-88: Càlcul de vasos de expansió, i el considerarem com a tancat:

$$V = V_{inst} \times \alpha$$

Eq. 38

A on :

V = Capacitat del depòsit en litres.

V_{inst} = Volum total de la instal·lació en litres.

α = Coeficient de dilatació de l'aigua. El coeficient de dilatació de l'aigua és de 0,079 a 40 °C.

$$V = 25,8 l$$



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

3.5. Annex V. Instal·lació de refrigeració



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

3.5.1. Descripció de la instal·lació

Amb la present instal·lació, es pretén condicionar, mitjançant aire fred, un local destinat a oficines. El tipus de generador de potència frigorífica és la bomba de calor (AIGUA - AIGUA) de la instal·lació de terra radiant.

Les unitats interiors es tracten de fan-coils tipus cassette (Figura 76), que estan situades en els falsos sostres, sobre amortidors i suports adequats, amb la finalitat de no transmetre vibracions a l'edifici.



Figura 76. Fan-coil tipus cassette marca ROYAL CANADIAN MOUNTAIN

Les característiques tècniques de les unitats són les següents:

MARCA	ROYAL CANADIAN MOUNTAIN	ROYAL CANADIAN MOUNTAIN	ROYAL CANADIAN MOUNTAIN
MODEL	YHK 20-2	YHK 25-2	YHK 95-2
Unitats	19 unitats	1 unitat	2 unitats
Capacitat frigorífica	2,0 kW	2,7 kW	9,5 kW
Capacitat calorífica	2,6 kW	3,4 kW	11,7 kW
Cabal d'aire	610 m³/h	520 m³/h	1.500 m³/h
Cabal aigua	340 l/h	461 l/h	1.636 l/h
Pèrdua de càrrega en fred	10,0 kPa	9,7 kPa	26,9 kPa
Pèrdua de càrrega en calor	9,0 kPa	8,2 kPa	23,0 kPa

Taula 18. Característiques tècniques de les unitats de fan-coil.

En la Taula 19 i Taula 20 és un resum de la ubicació de fan-coils en cada local i les unitats que es col·loquen.

Local	Potència Frigorífica (kW)	Superfície (m²)	Cabal AIGUA (l/h)	YHK 20-2 (unitats)	YHK 25-2 (unitats)	YHK 95-2 (unitats)	Cabal AIRE (m³/h)
Atenció al client	16,3	81,98	1.636	-	-	2	1475,64
Sala de treball i administració	10,1	120,82	340	6	-	-	2174,76
Despatx 2	0,8	13,23	340	1	-	-	238,14
Escale	1,5	13,30	340	1	-	-	239,40
Despatx 1	0,8	13,26	340	1	-	-	238,68
Sala de reunions	2,5	14,18	461	-	1	-	255,24

Taula 19. Resum de col·locació de fan-coils en els locals de planta baixa

Local	Potencia Frigorífica (kW)	Superfície (m²)	Cabal AIGUA (l/h)	YHK 20-2 (unitats)	YHK 25-2 (unitats)	YHK 95-2 (unitats)	Cabal AIRE (m³/h)
Despatx 4	1,2	6,74	340	1	-	-	121,32
Despatx 3	1,1	6,36	340	1	-	-	114,48
Sala de treball 2	6,0	53,11	340	3	-	-	955,98
Despatx direcció	2,4	37,73	340	2	-	-	679,14
Escala - sala d'espera	2,3	19,78	340	1	-	-	356,04
Despatx 5	1,1	19,02	340	1	-	-	342,36
Office	0,9	13,86	340	1	-	-	249,48

Taula 20. Resum de col·locació de fan-coils en els locals de planta primera

En els passadissos, vestuaris, lavabos i la sala d'ordinadors, no es refrigeren degut a que l'ocupació en aquestos locals es considera puntual i no es necessari fer una despesa de refrigeració.

En conseqüència la potència total frigorífica en els locals a on es col·loquen fan-coils és de 46.96 KW, i es resumeix en la Taula 21.

Planta	Potencia Frigorífica
Planta baixa	32,03 kW
Planta primera	14,93 kW
TOTAL OFICINES	46,96 kW

Taula 21. Potència frigorífica en els locals a on es col·loquen fan-coils

3.5.2. Resultats obtinguts

3.5.2.1. Planta baixa

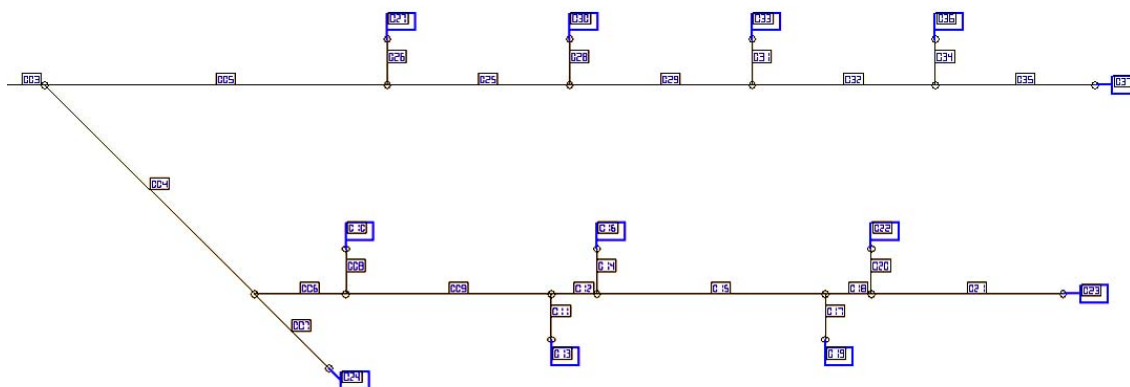


Figura 77. Esquema del circuit de refrigeració de la planta baixa

Datos de las tuberías entre pisos

Tramo	Caudal (l/h)	Longitud (m)	Diámetro (mm)	P.carga (Pa)	P.c.lineal (Pa/m)	Nº de codos	Válvula de corte
bomba → 1	8793	4	54	2620,8	140,8	2	Si

Datos de las tuberías por plantas

Planta - Tramo	Caudal (l/h)	Longitud (m)	Diámetro (mm)	P. carga (Pa)	P.c. lineal (Pa/m)	P.c. total (Pa)	P. equilibrado (Pa)	Nº de Codos	Válvula de corte
1 - 3	8793	1	54	1056,4	140,8	-	-	2	No
1 - 4	3676	6,5	42	2536,9	165,2	-	-	0	No
1 - 6	3336	2	35	2041,8	335,7	-	-	0	No
1 - 8	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 10	340	-	-	10000	-	72574,5	25011,1	-	-
1 - 9	2996	4,5	35	2713,5	275,5	-	-	0	No
1 - 11	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 13	340	-	-	10000	-	75288	22297,6	-	-
1 - 12	2656	0,2	35	272,5	220,8	-	-	0	No
1 - 14	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 16	340	-	-	10000	-	75560,5	22025,1	-	-
1 - 15	2316	5	35	1858,6	171,9	-	-	0	No
1 - 17	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 19	340	-	-	10000	-	77419	20166,6	-	-
1 - 18	1976	0,2	35	153,4	128,6	-	-	0	No
1 - 20	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 22	340	-	-	10000	-	77572,4	20013,2	-	-
1 - 21	1636	4,2	28	4949,3	269,7	-	-	2	Si
1 - 23	1636	-	-	26900	-	97585,6	Referencia	-	-
1 - 7	340	2,3	15	2166,5	281,8	-	-	0	Si
1 - 24	340	-	-	10000	-	70863,1	26722,5	-	-
1 - 5	3117	7,5	35	4697,4	296,2	-	-	0	No
1 - 26	461	1	18	1918,7	261,8	-	-	2	Si
1 - 27	461	-	-	9700	-	72475,8	25109,8	-	-
1 - 25	2656	4	35	1950,8	220,8	-	-	0	No

Datos de las tuberías por plantas

Planta - Tramo	Caudal (l/h)	Longitud (m)	Diámetro (mm)	P. carga (Pa)	P.c. lineal (Pa/m)	P.c. total (Pa)	P. equilibrado (Pa)	Nº de Codos	Válvula de corte
1 - 28	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 30	340	-	-	10000	-	74644	22941,6	-	-
1 - 29	2316	4	35	1514,9	171,9	-	-	0	No
1 - 31	340	0,5	15	1554,3	281,8	-	-	2	Si
1 - 33	340	-	-	10000	-	75877	21708,6	-	-
1 - 32	1976	4	35	1130,8	128,6	-	-	0	No
1 - 34	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 36	340	-	-	10000	-	77289,6	20296	-	-
1 - 35	1636	3,5	28	4543,8	269,7	-	-	2	Si
1 - 37	1636	-	-	26900	-	96897,3	688,3	-	-

Los valores de las tablas indican las pérdidas de carga de ida y vuelta.

Material: Cobre [0,0015 mm]

El volumen total (ida y vuelta) de las tuberías es de 102,5 l.

3.5.2.2. Planta primera

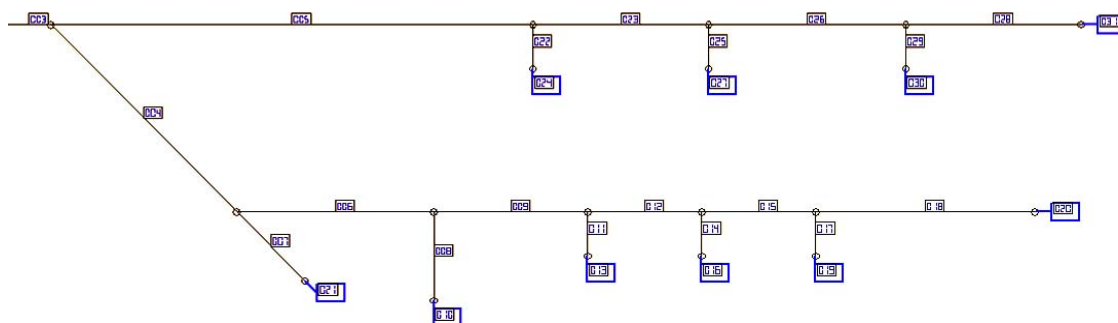


Figura 78. Esquema del circuit de refrigeració de la planta baixa

Datos de las tuberías entre pisos

Tramo	Caudal (Vh)	Longitud (m)	Diámetro (mm)	P.carga (Pa)	P.c.lineal (Pa/m)	Nº de codos	Válvula de corte
bomba --> 1	3400	4	35	5879,5	347,6	2	Si

Datos de las tuberías por plantas

Planta - Tramo	Caudal (Vh)	Longitud (m)	Diámetro (mm)	P. carga (Pa)	P.c. lineal (Pa/m)	P.c. total (Pa)	P. equilibrado (Pa)	Nº de Codos	Válvula de corte
1 - 3	3400	1	35	997	347,6	-	-	0	No
1 - 4	2040	6	35	1897,1	136,3	-	-	0	No
1 - 6	1700	4,5	28	3291,7	310,7	-	-	0	No
1 - 8	340	2	15	2399,8	281,8	-	-	2	Si
1 - 10	340	-	-	10000	-	57818,1	5193,6	-	-
1 - 9	1360	3,5	28	1577,8	206,7	-	-	0	No
1 - 11	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 13	340	-	-	10000	-	58832,3	4179,4	-	-
1 - 12	1020	2,6	28	710,6	122,5	-	-	0	No
1 - 14	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 16	340	-	-	10000	-	59542,9	3468,8	-	-
1 - 15	680	2,6	22	1335,3	208,8	-	-	1	No
1 - 17	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 19	340	-	-	10000	-	60878,1	2133,6	-	-
1 - 18	340	5	15	3969,7	281,8	-	-	2	Si
1 - 20	340	-	-	10000	-	63011,7	Referencia	-	-
1 - 7	340	2,2	15	2391,5	281,8	-	-	2	Si
1 - 21	340	-	-	10000	-	54518	8493,7	-	-
1 - 5	1360	11	28	4678,4	206,7	-	-	0	No
1 - 22	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 24	340	-	-	10000	-	56744	6267,7	-	-
1 - 23	1020	4	28	1053,6	122,5	-	-	0	No
1 - 25	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 27	340	-	-	10000	-	57797,6	5214,1	-	-
1 - 26	680	4,5	22	1973,3	208,8	-	-	0	No
1 - 29	340	1	15	1836,1	281,8	-	-	2	Si
1 - 30	340	-	-	10000	-	59770,9	3240,8	-	-
1 - 28	340	4	15	3406	281,8	-	-	2	Si
1 - 31	340	-	-	10000	-	61340,8	1670,9	-	-

Los valores de las tablas indican las pérdidas de carga de ida y vuelta.

Material: Cobre [0,0015 mm]

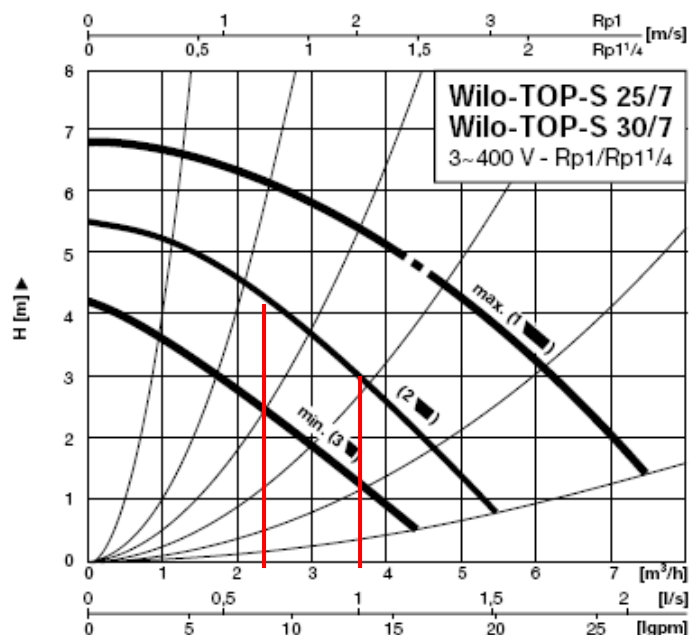
El volumen total (ida y vuelta) de las tuberías es de 56,8 l.

3.5.3. Bomba de circulació

Es col·loquen dos bombes de circulació, per a separar el circuit de planta baixa amb el de planta primera.

El caudal d'aigua utilitzat (segons el consum dels fan-coils) en planta baixa és de 3.457 l/h (3,46 m³/h) i el caudal de planta primera és de 2.380 l/h (2,38 m³/h).

La bomba Wilo-TOP-S 30/7 s'adapta a les necessitats requerides.



3.5.4. Mesures adoptades per l'ús racional de l'energia

Les mesures adoptades per el us racional de l'energia, son :

- Aïllament de totes les canonades que circulin per els locals.
- Col·locació dels dispositius, per dependències climatitzades, a fi i efecte de poder interrompre el servei a qualsevol d'elles quan sigui precís.
- Manteniment constant de la instal·lació.
- Adaptar els rendiments dels climatitzadors segons els lògics criteris d'economia i estalvi de combustible i energia.



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

3.6. Annex VI. Instal·lació renovació d'aire



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

3.6.1. Ventilació forçada de les oficines

El Reial decret 1618/1980, de 4 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament de Calefacció, Climatització i Aigua Calenta Sanitària, estableix que la renovació mínima de l'aire dels locals de treball, serà de 30 m³ d'aire net per hora i treballador, en el cas de treballs sedentaris en ambients no calorosos ni contaminats per fum de tabac i de 50 m³, en els casos restaurants, a fi d'evitar l'ambient viciat i les olors desagradables.

El sistema de ventilació emprat i, en particular, la distribució de les entrades d'aire net i sortides d'aire viciat, haurien d'assegurar una efectiva renovació de l'aire del local de treball.

El RITE en la seva Instrucció Tècnica Complementària IT.1.02.2.2, exigeix que ha de garantir-ne un aport d'aire de ventilació d'acord amb la Norma UNE 100011. Aquesta Norma estableix, per a l'ús d'oficines els següents valors:

Oficines: 10 l/s per persona i 1 l/s per m²

Per a la realització de la ventilació d'aire s'ha optat per la instal·lació d'unitats de ventilació amb **recuperadors entàlpics** amb sortides i preses d'aire a la façana nord de la nau.

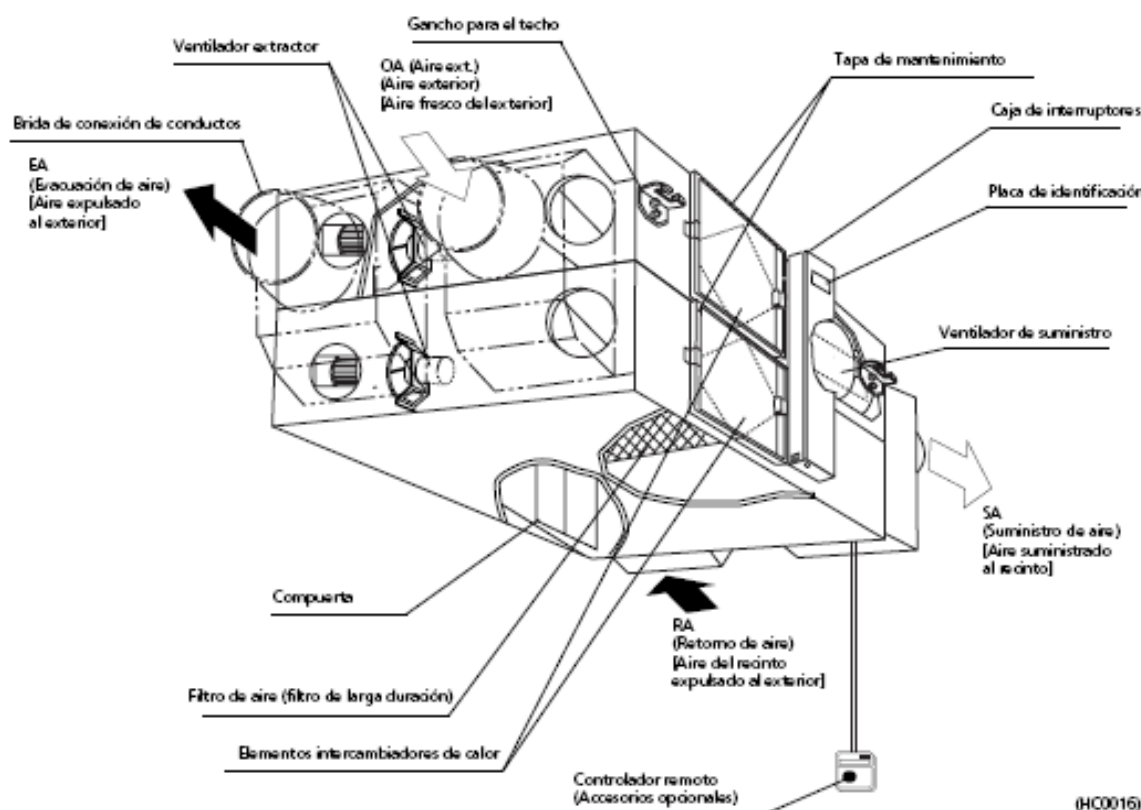


Figura 79. Recuperador entàlpic marca DAIKIN model VAM1500FA i VAM2000FA.

Es col·loquen 5 unitats de recuperació d'energia de l'aire d'extracció marca DAIKIN (Taula 22) dels quals 1 és del model VAM2000FA i els altres 4 són del model VAM1500FA. Porten gestió integrada d'estalvi energètic i les característiques del qual són:

VAM2000FA

- Maneres de funcionament: recuperació, free-cooling i free-heating.
- Cabal d'aire (velocitat ultra-alta): 2.000 m³/h (ventilació) i 2.000 m³/h (extracció)
- Pressió estàtica disponible (velocitat ultra-alta): 137 Pa (ventilació i extracció)
- Eficiència de la recuperació d'energia:
 - tèrmica (fred i calor): 75 %
 - entàlpica (fred): 62,7 %
 - entàlpica (calor): 67,3 %
- Rang de temperatura de funcionament: des de -10°C a 50°C amb Hr < 80%.

VAM1500FA

- Maneres de funcionament: recuperació, free-cooling i free-heating.
- Cabal d'aire (velocitat ultra-alta): 1.500 m³/h (ventilació) i 1.500 m³/h (extracció)
- Pressió estàtica disponible (velocitat ultra-alta): 137 Pa (ventilació i extracció)
- Eficiència de la recuperació d'energia:
 - tèrmica (fred i calor): 75 %
 - entàlpica (fred): 62 %
 - entàlpica (calor): 66,7 %
- Rang de temperatura de funcionament: des de -10°C a 50°C amb Hr < 80%.

Local	Sh (m²)	Cabal AIRE (m³/h)	Suma de Cabal AIRE	MODEL	Unitats
Atenció al client	81,98	1.475,64	1.475,64	VAM1500FA	1
Sala de treball i administració	120,82	1.974,76	1.974,76	VAM2000FA	1
Despatx 2	13,23	238,14	1.149,48	VAM1500FA	1
Escales	13,30	239,40			
Despatx 1	13,26	238,68			
Sala de reunions	14,18	255,24			
Sala d'ordinadors	9,89	178,02	1.491,78	VAM1500FA	1
Despatx 4	6,74	121,32			
Despatx 3	6,36	114,48			
Sala de treball 2	53,11	955,98			
Despatx direcció	37,73	679,14	1.327,02	VAM1500FA	1
Escala - sala d'espera	19,78	356,04			
Despatx 5	19,02	342,36			
Office	13,86	249,48			

Taula 22. Necessitats de ventilació en les oficines.

Les necessitat de ventilació de les oficines estan indicades en la Taula 22. També en aquesta taula s'indica el model i les quantitats que es col·loquen en cada local en funció del cabal d'aire a extraure.

La distribució d'aire de renovació es realitza per mitjà de conductes rectangulars de fibra de vidre, amb reixes rectangulars.

El conducte es forma amb llana de vidre UNE-EN 13162 de gruix 25 mm, resistència tèrmica $\geq 0,75 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$, amb recobriment exterior de paper kraft alumini reforçat i recobriment interior de vel de vidre i paper kraft d'alumini perforat, muntat encastat en el cel ras.



Figura 80. Conducte rectangular de fibra de vidre.

3.6.1.1. Reixes d'impulsió

Les reixes d'impulsió són de la marca Madel model AMT (Figura 81), amb aletes orientables paral·leles a la major dimensió, fabricades amb alumini extruït, la fixació en el sostre es realitza mitjançant clips.



Figura 81. Reixa d'impulsió marca Madel model AMT.

El tamany de la reixa va en funció del cabal a impulsar en cada sortida. L'àrea es calcula segon l'Eq. 39, i els tamany obtinguts estan en la Taula 23.

$$A = \frac{Q}{v \cdot 3600}$$

Eq. 39

A on la velocitat recomanada pel fabricant varia entre 2 i 3,5 m/s. S'agafa la mitja d'aquestes velocitats que és $v = 2,75 \text{ m/s}$.

CIRCUIT	Q (m³/h)	A (m²)	TAMANY REIXA (mm)
R1 IMPULSIÓ	255	0.0283	250 x 200
	239	0.0265	250 x 200
	356	0.0395	200 x 300
	238	0.0264	150 x 300
R2 IMPULSIÓ	316	0.0351	150 x 350
	316	0.0351	250 x 250
	317	0.0352	250 x 250
	316	0.0351	150 x 350
R3 IMPULSIÓ	492	0.0546	250 x 350
	492	0.0546	250 x 350
	492	0.0546	200 x 400
R4 IMPULSIÓ	123	0.0136	250 x 100
	121	0.0134	250 x 100
	318	0.0353	250 x 250
	318	0.0353	250 x 250
	318	0.0353	250 x 250
R5 IMPULSIÓ	300	0.0333	150 x 350
	249	0.0276	250 x 200
	342	0.0380	250 x 250
	356	0.0395	250 x 250
	379	0.0421	150 x 400

Taula 23. Tamany de la reixa d'impulsió per a cada tram en funció del cabal.

La pèrdua de càrrega es calcula mitjançant la Figura 82 subministrada pel fabricant, considerant que la reixa es troba el 100% oberta. En aquest cas, la pèrdua de càrrega és de 4,5 Pa.

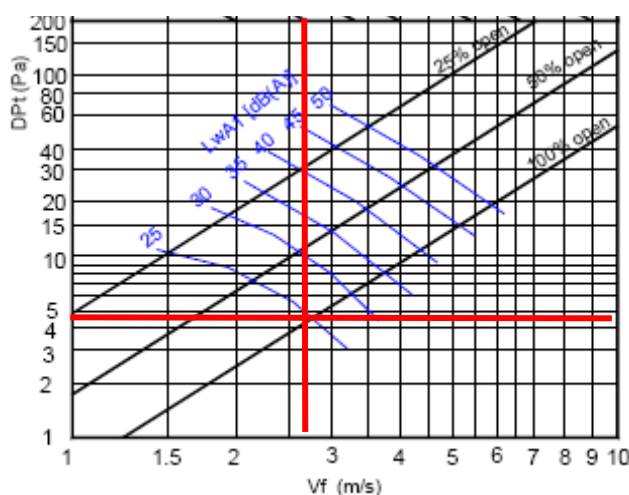


Figura 82. Velocitat lliure, pèrdua de càrrega i potència sonora de la reixa RMT.

3.6.1.2. Reixes de retorn

Les reixes de retorn són de la marca Madel model RMT (Figura 83Figura 81), amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat..

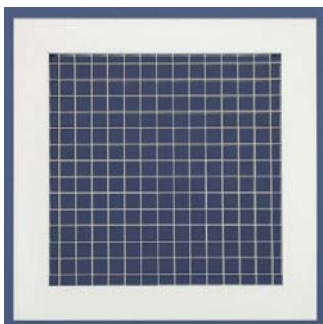


Figura 83. Reixa de retorn marca Madel model RMT.

El tamany de la reixa va en funció del cabal a impulsar en cada sortida. L'àrea es calcula segon l'Eq. 39, i els tamanyes obtinguts estan en la.

Les velocitats recomanades pel fabricant per aquesta reixa és entre 2 i 3 m/s. S'agafa la mitja d'aquestes velocitats que és $v = 2,5$ m/s.

CIRCUIT	Q (m³/h)	A (m²)	TAMANY REIXA (mm)
R1 RETORN	255	0.0283	250 x 150
	239	0.0265	250 x 150
	356	0.0395	200 x 300
	238	0.0264	100 x 400
R2 RETORN	316	0.0351	150 x 350
	316	0.0351	250 x 200
	316	0.0351	250 x 200
	316	0.0351	200 x 250
R3 RETORN	492	0.0546	150 x 350
	492	0.0546	250 x 300
	492	0.0546	250 x 300
R4 RETORN	123	0.0136	150 x 150
	121	0.0134	150 x 150
	318	0.0353	250 x 200
	318	0.0353	250 x 200
	318	0.0353	250 x 200
	300	0.0333	150 x 300
R5 RETORN	249	0.0276	250 x 150
	342	0.0380	250 x 200
	356	0.0395	250 x 250
	379	0.0421	200 x 300

Taula 24. Tamany de la reixa d'impulsió per a cada tram en funció del cabal.

La pèrdua de càrrega es calcula mitjançant la subministrada pel fabricant, considerant que la reixa es troba el 100% oberta.

En aquest cas, la pèrdua de càrrega és de 4,4 Pa.

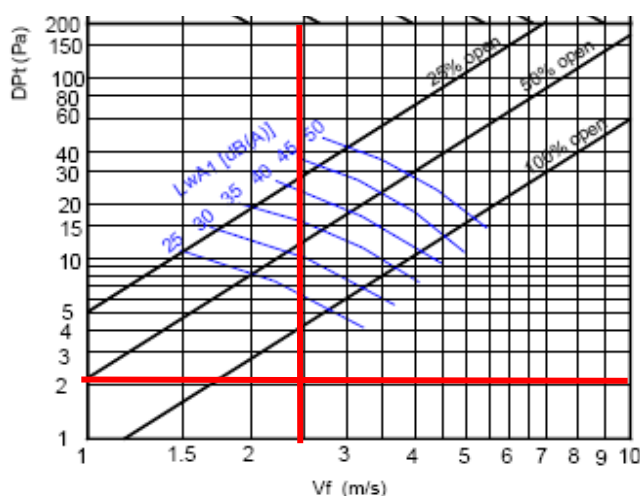


Figura 84. Velocitat lliure, pèrdua de càrrega i potència sonora de la reixa RMT.

3.6.1.3. Resultats obtinguts

Amb el programa AIR-PACK v2.0, creat per la U.P.C. es calculen el tamany dels conductes d'aire per a la renovació. Es realitzen els circuits d'impulsió i de retorn per a cada recuperador entàlpic. La Figura 85 és un esquema de funcionament.

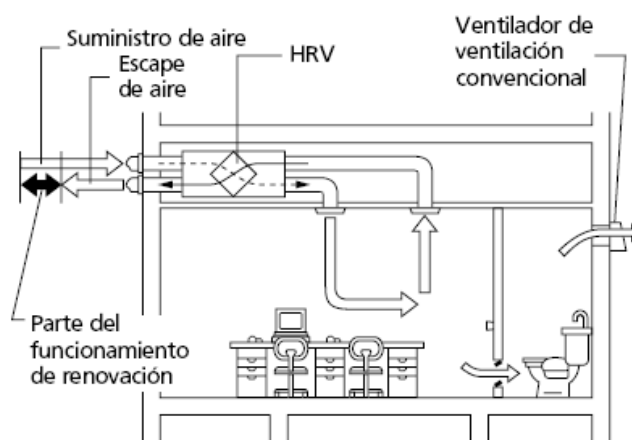


Figura 85. Esquema de funcionament del recuperador entàlpic.

En el plànol 17 i 18 es pot apreciar la distribució de cada circuit.

En la planta baixa hi ha el circuit R1, R2 i R3. Els recuperadors entàlpics de R1 i R2 estan situats en el fals sostre del pas davant de les escales i el de R3 en la sala d'atenció al client. Al tindre una alçada de 852 mm, en aquell tram de pas el fals sostre es situa més baix (plànol 17).

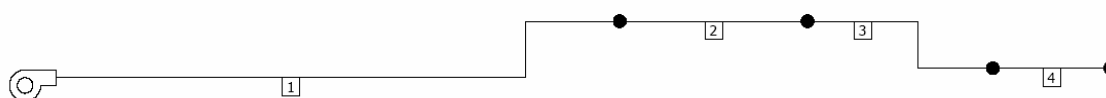
En la planta primera hi ha els circuits R4 i R5. El R4 està situat en el fals sostre de la sala de màquines i el R5 està situat en el fals sostre del vestuari de dones. Al tindre una alçada de 852 mm, en aquelles sales el fals sostre es situa més baix (plànol 18).

3.6.1.3.1. Resultats obtinguts. Impulsió

U.P.C. PROGRAMA DE CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE

RED DE CONDUCTOS

R1 IMPULSIÓ



CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R1 IMPULSIÓ

Tabla de dimensiones

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Pérdida lineal (Pa/m)	Pérdida total (Pa)
1	13,2	1.105	2,56	400	300	0,319	6,195
2	4	850	2,42	325	300	0,324	1,294
3	4,95	595	2,20	250	300	0,321	3,052
4	2,5	356	1,88	175	300	0,311	0,777

Material: Conductos de fibra [0,9 mm]

Superficie de material necesario: 40,5 m²

CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R1 IMPULSIÓ

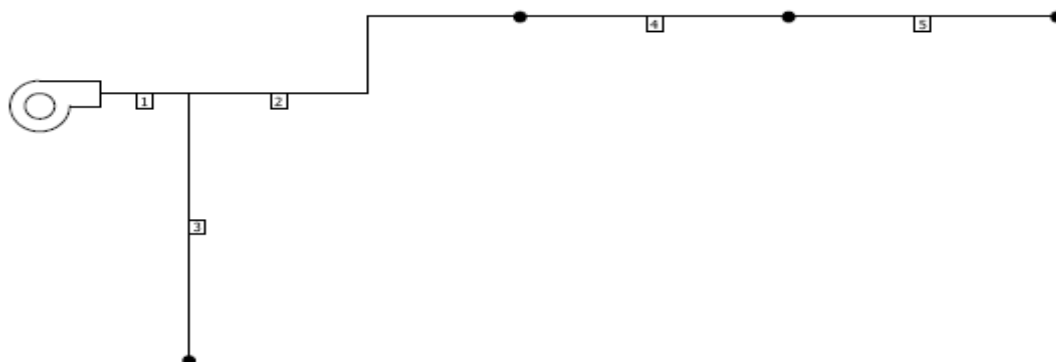
Tabla de pérdidas

Trayectoria	Pérdida difusor (Pa)	Pérdida total (Pa)	Pérdida disponible (Pa)
1	4,5	10,69	4,35
1 / 2	4,5	11,99	3,05
1 / 2 / 3	4,5	15,04	Referencia
1 / 2 / 3 / 4	0	11,32	3,72

U.P.C. PROGRAMA DE CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE

RED DE CONDUCTOS

R2 IMPULSIÓ



CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R2 IMPULSIÓ

Tabla de dimensiones

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Pérdida lineal (Pa/m)	Pérdida total (Pa)
1	1	1.265	2,47	475	300	0,272	0,272
2	4,7	949	2,20	400	300	0,238	2,606
3	3,5	316	1,67	175	300	0,248	1,063
4	3	633	2,13	275	300	0,262	0,845
5	3	316	1,67	175	300	0,248	0,743

Material: Conductos de fibra [0,9 mm]

Superficie de material necesario: 23,1 m²

CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R2 IMPULSIÓ

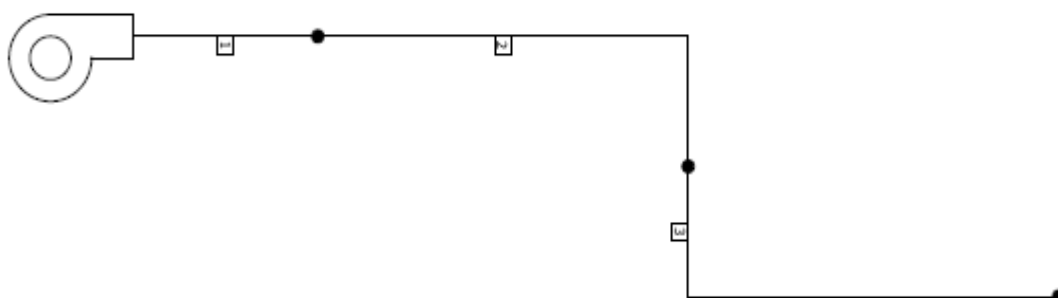
Tabla de pérdidas

Trayectoria	Pérdida difusor (Pa)	Pérdida total (Pa)	Pérdida disponible (Pa)
1 / 2	4,5	7,38	1,59
1 / 3	4,5	5,84	3,13
1 / 2 / 4	4,5	8,22	0,75
1 / 2 / 4 / 5	4,5	8,97	Referencia

U.P.C. PROGRAMA DE CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE

RED DE CONDUCTOS

R3 IMPULSIÓ



CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R3 IMPULSIÓ

Tabla de dimensiones

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Pérdida lineal (Pa/m)	Pérdida total (Pa)
1	1,5	1.476	2,48	550	300	0,258	0,386
2	4	984	2,28	400	300	0,255	1,007
3	4	492	1,82	250	300	0,223	1,302

Material: Conductos de fibra [0,9 mm]

Superficie de material necesario: 16,2 m²

CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R3 IMPULSIÓ

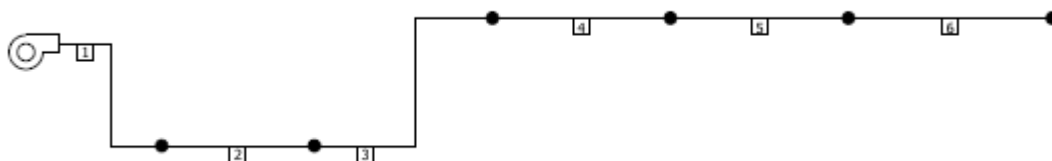
Tabla de pérdidas

Trayectoria	Pérdida difusor (Pa)	Pérdida total (Pa)	Pérdida disponible (Pa)
1	4,5	0,39	7,70
1 / 2	4,5	8,89	1,40
1 / 2 / 3	4,5	8,09	Referencia

U.P.C. PROGRAMA DE CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE

RED DE CONDUCTOS

R4 IMPULSIÓ



CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R4 IMPULSIÓ

Tabla de dimensiones

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Pérdida lineal (Pa/m)	Pérdida total (Pa)
1	4	1.489	2,51	550	300	0,262	3,023
2	3	1.375	2,43	525	300	0,251	0,753
3	6	1.254	2,44	475	300	0,267	3,446
4	3,5	936	2,17	400	300	0,232	0,811
5	3,5	618	2,08	275	300	0,269	0,942
6	4	300	1,59	175	300	0,224	0,898

Material: Conductos de fibra [0,9 mm]

Superficie de material necesario: 43,4 m²

CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R4 IMPULSIÓ

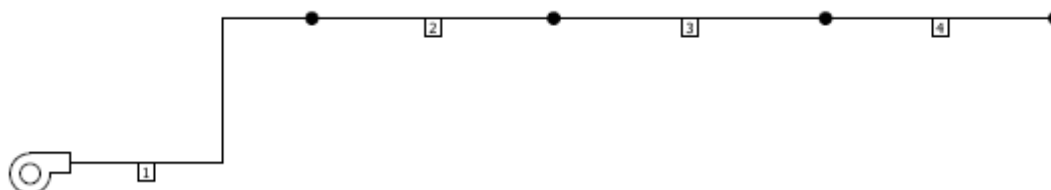
Tabla de pérdidas

Trayectoria	Pérdida difusor (Pa)	Pérdida total (Pa)	Pérdida disponible (Pa)
1	4,5	3,02	11,35
1 / 2	4,5	8,28	6,09
1 / 2 / 3	4,5	11,72	2,65
1 / 2 / 3 / 4	4,5	12,53	1,84
1 / 2 / 3 / 4 / 5	4,5	13,47	0,90
1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6	4,5	14,37	Referencia

U.P.C. PROGRAMA DE CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE

RED DE CONDUCTOS

R5 IMPULSIÓ



CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R5 IMPULSIÓ

Tabla de dimensiones

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Pérdida lineal (Pa/m)	Pérdida total (Pa)
1	6,4	1.326	2,46	500	300	0,263	3,554
2	4	1.077	2,35	425	300	0,261	1,045
3	4,5	735	2,09	325	300	0,245	1,101
4	3,8	379	1,75	200	300	0,244	0,928

Material: Conductos de fibra [0,9 mm]

Superficie de material necesario: 32,8 m²

CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R5 IMPULSIÓ

Tabla de pérdidas

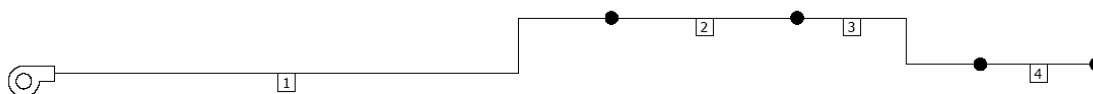
Trayectoria	Pérdida difusor (Pa)	Pérdida total (Pa)	Pérdida disponible (Pa)
1	4,5	52,55	Referencia
1 / 2	4,5	9,10	43,45
1 / 2 / 3	4,5	10,20	42,35
1 / 2 / 3 / 4	4,5	11,13	41,42

3.6.1.3.2. Resultats obtinguts. Retorn

U.P.C. PROGRAMA DE CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE

RED DE CONDUCTOS

R1 RETORN



CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R1 RETORN

Tabla de dimensiones

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Pérdida lineal (Pa/m)	Pérdida total (Pa)
1	13,2	1.105	2,56	400	300	0,319	6,195
2	4	850	2,42	325	300	0,324	1,294
3	4,95	595	2,20	250	300	0,321	3,052
4	2,5	356	1,88	175	300	0,311	0,777

Material: Conductos de fibra [0,9 mm]

Superficie de material necesario: 40,5 m²

CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R1 RETORN

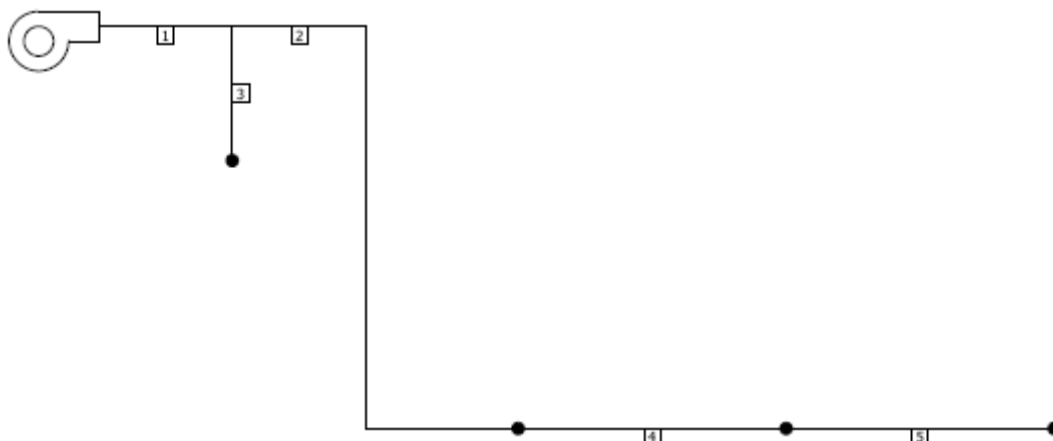
Tabla de pérdidas

Trayectoria	Pérdida difusor (Pa)	Pérdida total (Pa)	Pérdida disponible (Pa)
1	4,5	10,69	4,35
1 / 2	4,5	11,99	3,05
1 / 2 / 3	4,5	15,04	Referencia
1 / 2 / 3 / 4	0	11,32	3,72

U.P.C. PROGRAMA DE CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE

RED DE CONDUCTOS

R2 RETORN



CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R2 RETORN

Tabla de dimensiones

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Pérdida lineal (Pa/m)	Pérdida total (Pa)
1	1,5	1.285	2,23	525	300	0,214	0,321
2	7,7	949	2,07	425	300	0,205	2,895
3	1,5	316	1,46	200	300	0,173	0,589
4	3	633	1,80	325	300	0,184	0,552
5	3	316	1,46	200	300	0,173	0,519

Material: Conductos de fibra [0,9 mm]

Superficie de material necesario: 28,3 m²

CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R2 RETORN

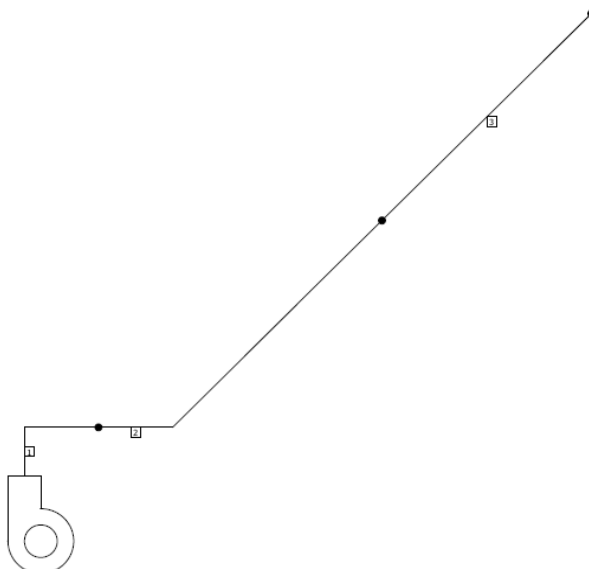
Tabla de pérdidas

Trayectoria	Pérdida difusor (Pa)	Pérdida total (Pa)	Pérdida disponible (Pa)
1 / 2	4,4	7,62	1,07
1 / 3	4,4	5,31	3,38
1 / 2 / 4	4,4	8,17	0,52
1 / 2 / 4 / 5	4,4	8,69	Referencia

U.P.C. PROGRAMA DE CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE

RED DE CONDUCTOS

R3 RETORN



CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R3 RETORN

Tabla de dimensiones

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Pérdida lineal (Pa/m)	Pérdida total (Pa)
1	1,25	1.476	2,28	600	300	0,210	1,069
2	3,75	984	2,02	450	300	0,191	1,140
3	3	492	1,66	275	300	0,174	0,522

Material: Conductos de fibra [0,9 mm]

Superficie de material necesario: 14,6 m²

CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R3 RETORN

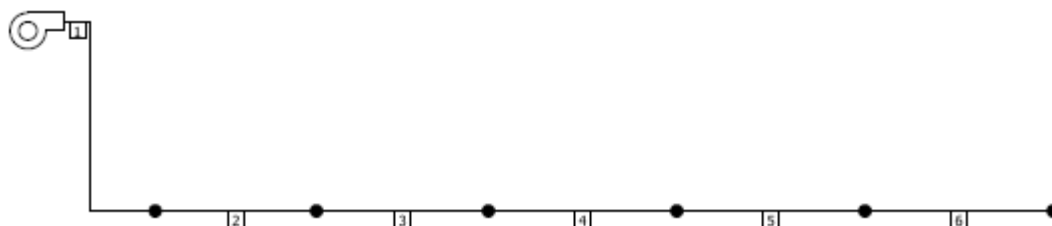
Tabla de pérdidas

Trayectoria	Pérdida difusor (Pa)	Pérdida total (Pa)	Pérdida disponible (Pa)
1	4,4	1,09	6,06
1 / 2	4,4	6,63	0,52
1 / 2 / 3	4,4	7,15	Referencia

U.P.C. PROGRAMA DE CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE

RED DE CONDUCTOS

RE RETURN



CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

RE RETURN

Tabla de dimensiones

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Pérdida lineal (Pa/m)	Pérdida total (Pa)
1	5,2	1.489	2,21	625	300	0,194	2,570
2	3	1.375	2,12	600	300	0,183	0,549
3	3,2	1.254	2,11	550	300	0,188	0,602
4	3,5	936	1,93	450	300	0,174	0,608
5	3,5	618	1,76	325	300	0,176	0,615
6	3,5	300	1,39	200	300	0,157	0,548

Material: Conductos de fibra [0,9 mm]
Superficie de material necesario: 42,9 m²

CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

RE RETURN

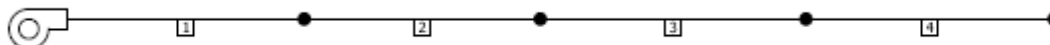
Tabla de pérdidas

Trayectoria	Pérdida difusor (Pa)	Pérdida total (Pa)	Pérdida disponible (Pa)
1	4,4	51,57	Referencia
1 / 2	4,4	7,52	44,05
1 / 2 / 3	4,4	8,12	43,45
1 / 2 / 3 / 4	4,4	8,73	42,84
1 / 2 / 3 / 4 / 5	4,4	9,34	42,23
1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6	4,4	9,89	41,68

U.P.C. PROGRAMA DE CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE

RED DE CONDUCTOS

R5 RETORN



CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R5 RETORN

Tabla de dimensiones

Tramo	Longitud (m)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Pérdida lineal (Pa/m)	Pérdida total (Pa)
1	4	1.326	2,23	550	300	0,210	0,838
2	4	1.077	2,10	475	300	0,199	0,798
3	4,5	735	1,94	350	300	0,203	0,914
4	4,2	379	1,56	225	300	0,179	0,750

Material: Conductos de fibra [0,9 mm]

Superficie de material necesario: 29,9 m²

CÁLCULO POR PÉRDIDA DE CARGA CONSTANTE

R5 RETORN

Tabla de pérdidas

Trayectoria	Pérdida difusor (Pa)	Pérdida total (Pa)	Pérdida disponible (Pa)
1	4,4	49,84	Referencia
1 / 2	4,4	6,04	43,80
1 / 2 / 3	4,4	6,95	42,89
1 / 2 / 3 / 4	4,4	7,70	42,14

3.6.2. Ventilació dels serveis higiènics

La ventilació dels serveis higiènics es realitzarà mitjançant uns extractors mecànics marca SODECA, situats al fals sostre i amb un conducte cap a les parets laterals (Figura 86).

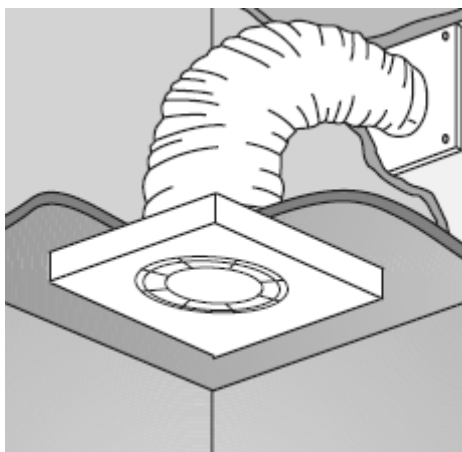


Figura 86. Ventilació dels serveis higiènics.

En la Taula 25 s'indiquen les característiques tècniques dels extractors mecànics.

Modelo	230v, 50 Hz		m³/h	mmH ₂ O	db(A)	Kg
	r/min	w				
TDEM-100	2500	15	98	3	41	0,60
TDEM-120	2450	20	190	5	42	0,85
TDEM-150	2100	25	320	8	43	0,95

Taula 25. Característiques tècniques dels extractors mecànics.

Les necessitat de ventilació de les cambres higièniques estan indicades en la Taula 26. També en aquesta taula s'indica el model i les quantitats que es col·loquen en cada cambra en funció del cabal d'aire a extraure.

Local	Cabal d'aire (m³/h)	Model	Unitats
Lavabo dones	96,84	TDEM-100	1
Lavabo homes	97,20	TDEM-100	1
Vestuari dones	295,38	TDEM-150	1
Vestuari homes	230,58	TDEM-150	1

Taula 26. Necessitats de ventilació en les cambres higièniques

3.7. Catàlegs de components

Els catàlegs dels components de la instal·lació projectada es troben dins el cd adjunt, al directori "Catàlegs". Els catàlegs inclosos es llisten a continuació:

- Bomba de Calor CLIVET 182
- Bomba de circulació Wilo Star-RS 25/4
- Bomba de circulació Wilo TOP-S 30/7
- Bomba de circulació Wilo TOP-S 40/7
- Fan-coil cassette Roca York
- Il·luminació natural Solatube SolaMaster Series
- Panel ACH coberta ISOVER
- Panel ACH façana ISOVER
- Pladur I-II
- Pladur Trasdossat
- Reixes d'impulsió AMT
- Reixes retorn DMT
- Renovacions VAM1500FA VAM2000FA
- Vasos d'expansió Salvador Escoda
- Components de terra radiant Schutz
- Tub de coure Totaline
- Electrovàlvules de 2 i 3 vies Orkli
- Termostat Orkli



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

4. Plànols



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

ÍNDEX DE PLÀNOLS

4. PLÀNOLS 233

ÍNDEX DE PLÀNOLS	235
PLÀNOL 1. SITUACIÓ.	237
PLÀNOL 2. EMPLAÇAMENT.	238
PLÀNOL 3. NAU. PLANTA BAIXA DISTRIBUCIÓ.	239
PLÀNOL 4. NAU. PLANTA PRIMERA.	240
PLÀNOL 5. OFICINES. PLANTA BAIXA. COTES I SUPERFÍCIES.	241
PLÀNOL 6. OFICINES. PLANTA BAIXA. DISTRIBUCIÓ.	242
PLÀNOL 7. OFICINES. PLANTA PRIMERA. COTES I SUPERFÍCIES.	243
PLÀNOL 8. OFICINES. PLANTA PRIMERA DISTRIBUCIÓ.	244
PLÀNOL 9. PLANTA COBERTA.	245
PLÀNOL 10. FAÇANA NORD I SUD.	246
PLÀNOL 11. FAÇANA OEST, EST I PERSPECTIVES.	247
PLÀNOL 12. SECCIÓ.	248
PLÀNOL 13. INSTAL·LACIÓ EXTERIOR GEOTÈRMICA I INTERIOR DELS COL·LECTORS DE TERRA RADIANT I INSTAL·LACIÓ DE FAN-COILS.	249
PLÀNOL 14. OFICINES. PLANTA PRIMERA. INSTAL·LACIÓ DELS COL·LECTORS DEL TERRA RADIANT, INSTAL·LACIÓ DE FAN-COILS I SALA DE MÀQUINES.	250
PLÀNOL 15. OFICINES. PLANTA BAIXA. TERRA RADIANT.	251
PLÀNOL 16. OFICINES. PLANTA PRIMERA. TERRA RADIANT.	252
PLÀNOL 17. OFICINES. PLANTA BAIXA. RENOVACIÓ D'AIRE.	253
PLÀNOL 18. OFICINES. PLANTA PRIMERA. RENOVACIÓ D'AIRE.	254
PLÀNOL 19. ESQUEMA GENERAL DE LA INSTAL·LACIÓ.	255
PLÀNOL 20. ESQUEMA DE LA INSTAL·LACIÓ EN LA SALA DE MÀQUINES.	256



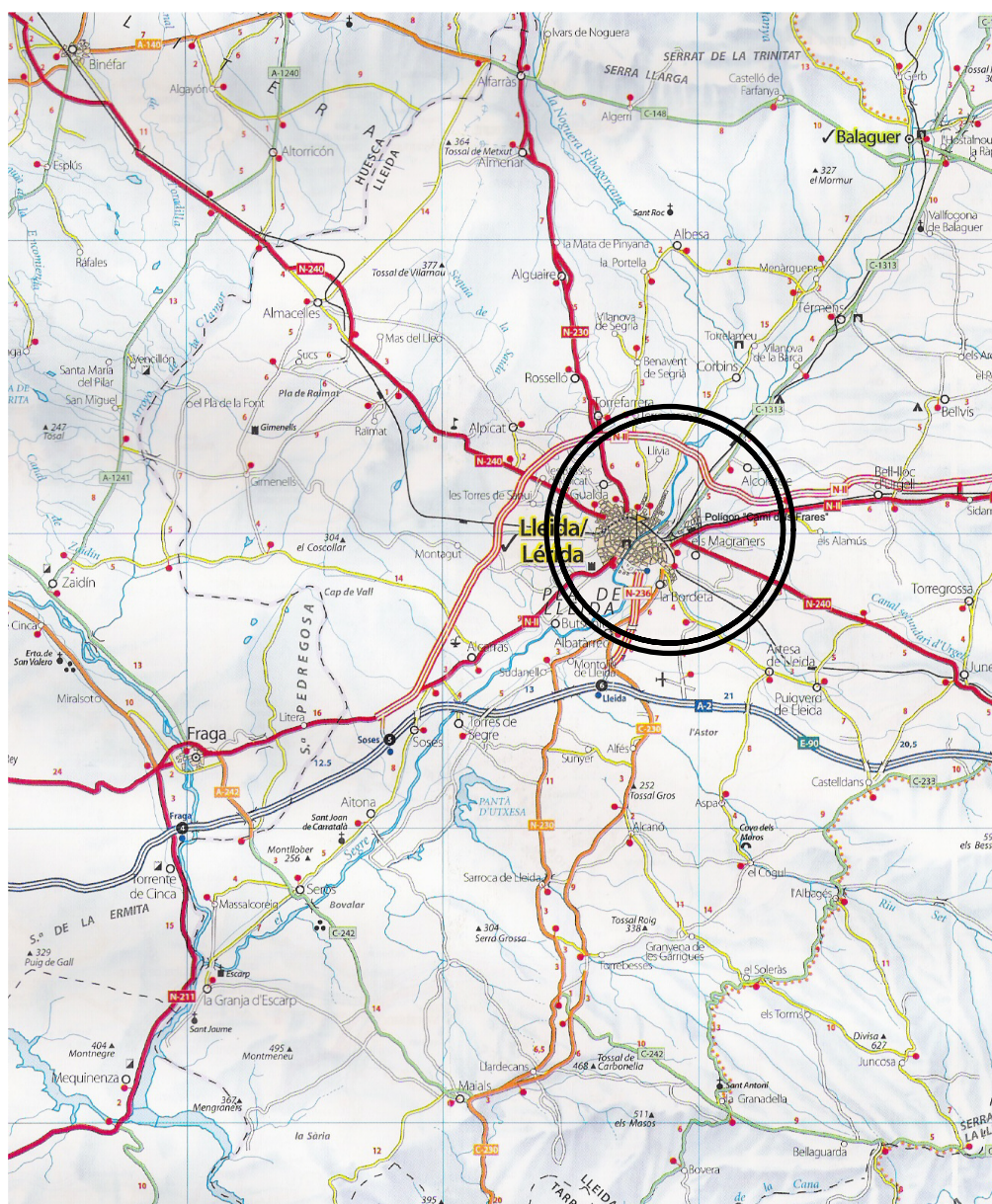
*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*



Escola Politècnica
Superior



Universitat de Lleida

PROJECTE DE FINAL DE CARRERA

DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS
DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL
"CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.

DIBUIXAT

CARINA SANTIAGO GALLEGO

DATA

OCTUBRE DEL 2.007

ESCALA

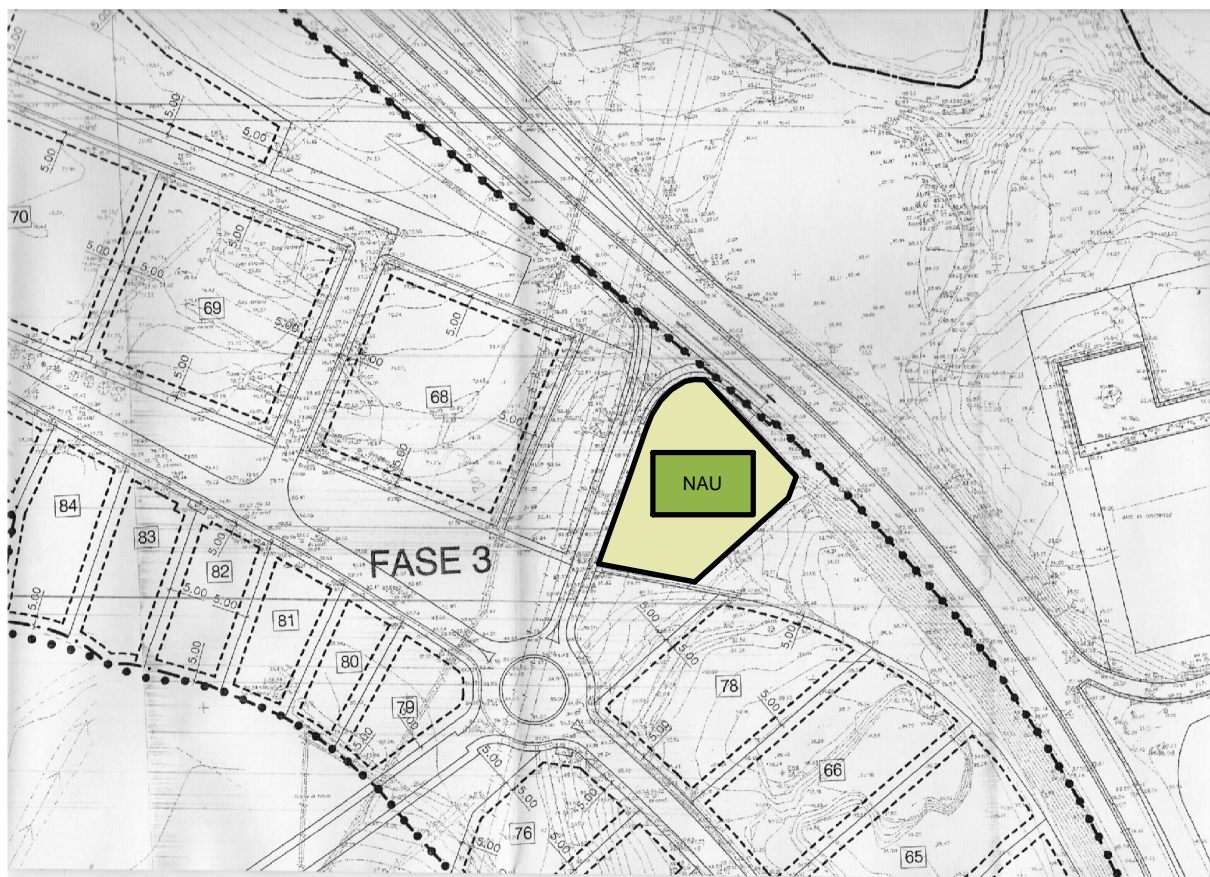
1 : 300.000

PLANOL

Numero 1 de 20

PLANOL

SITUACIÓ



Escola Politècnica
Superior



Universitat de Lleida

PROJECTE DE FINAL DE CARRERA

DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS
DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL
"CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.

DIBUIXAT

CARINA SANTIAGO GALLEGU

DATA

OCTUBRE DEL 2.007

ESCALA

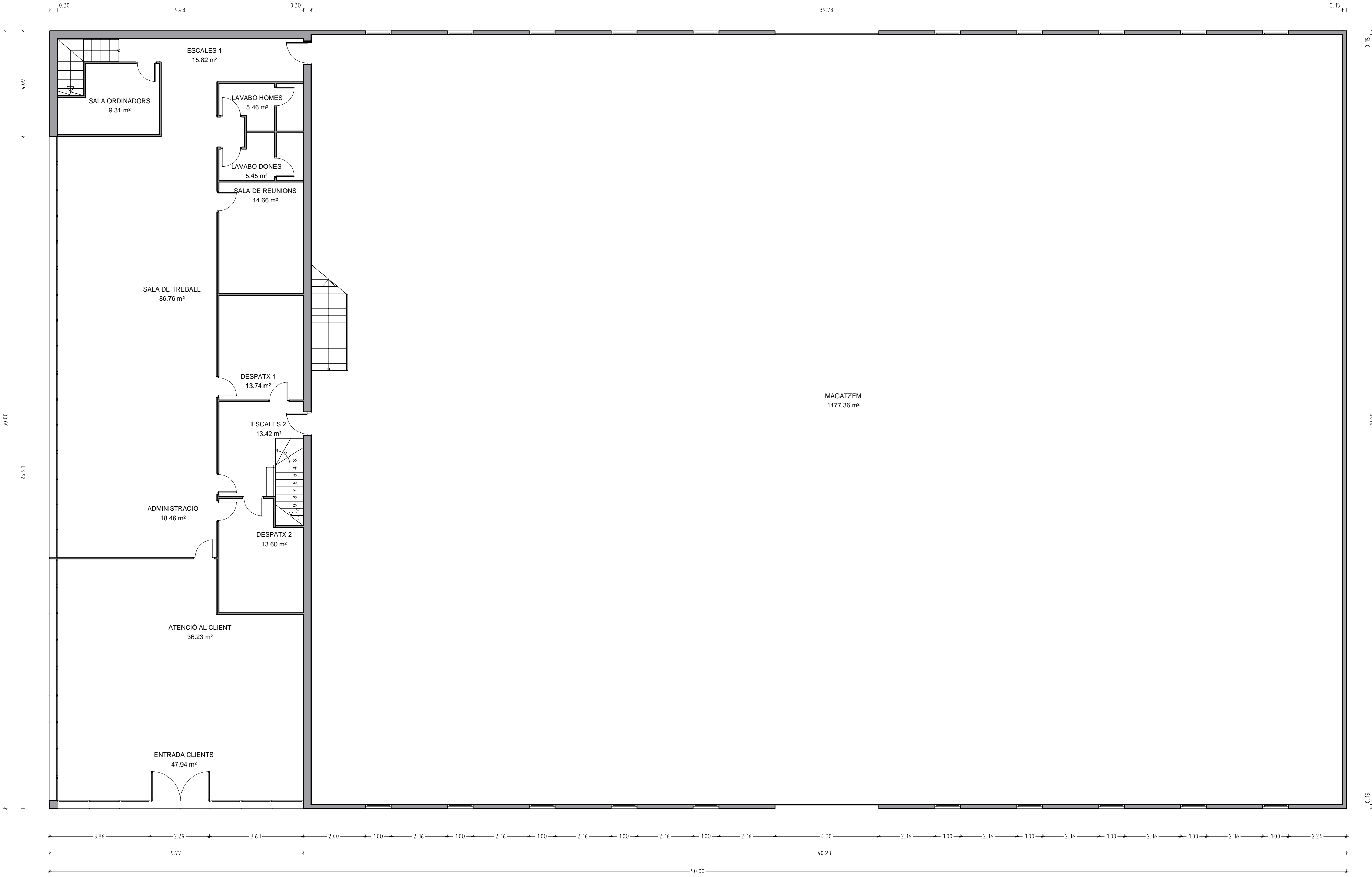
1 : 2.000

PLANOL

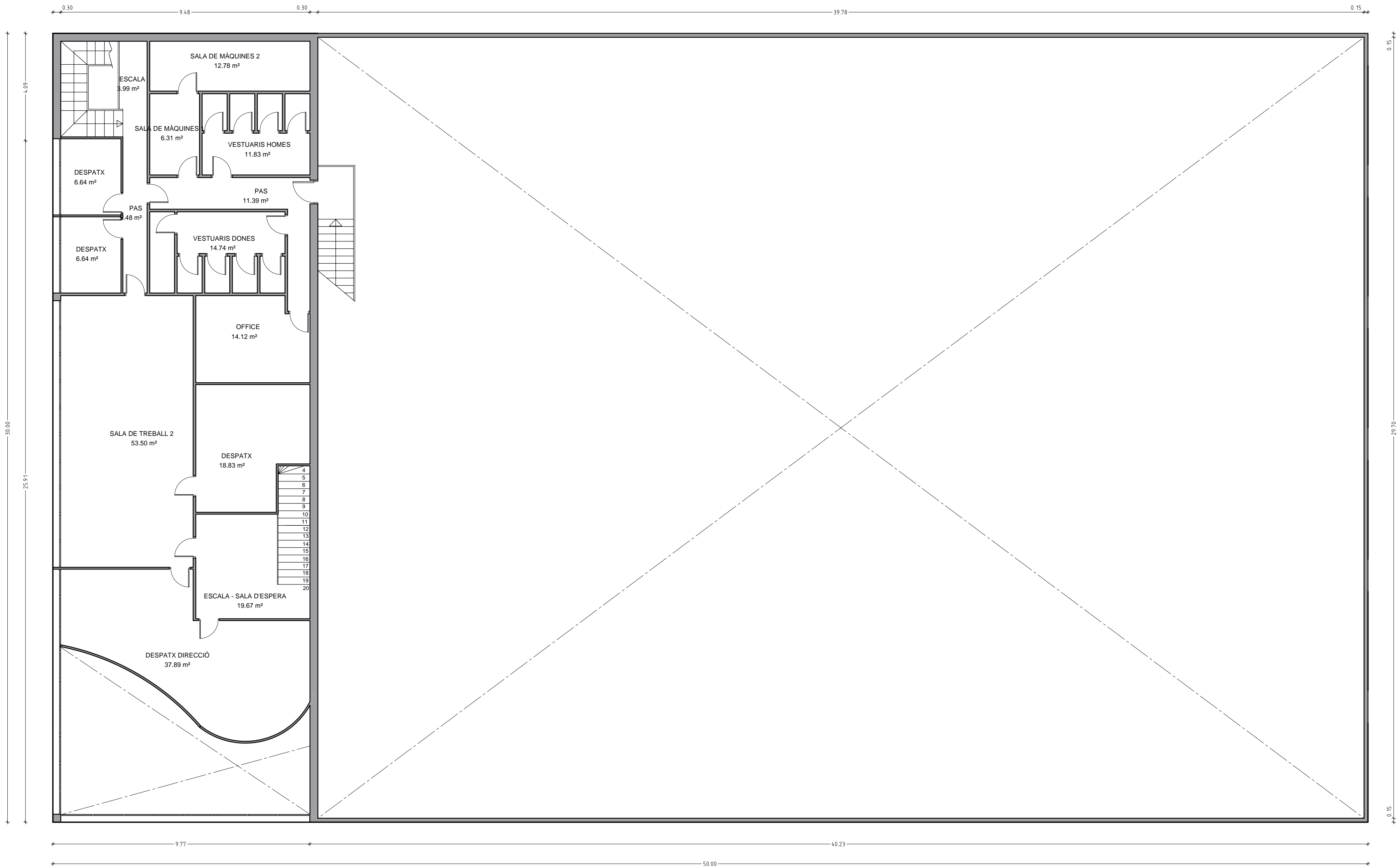
Numero 2 de 20

PLANOL

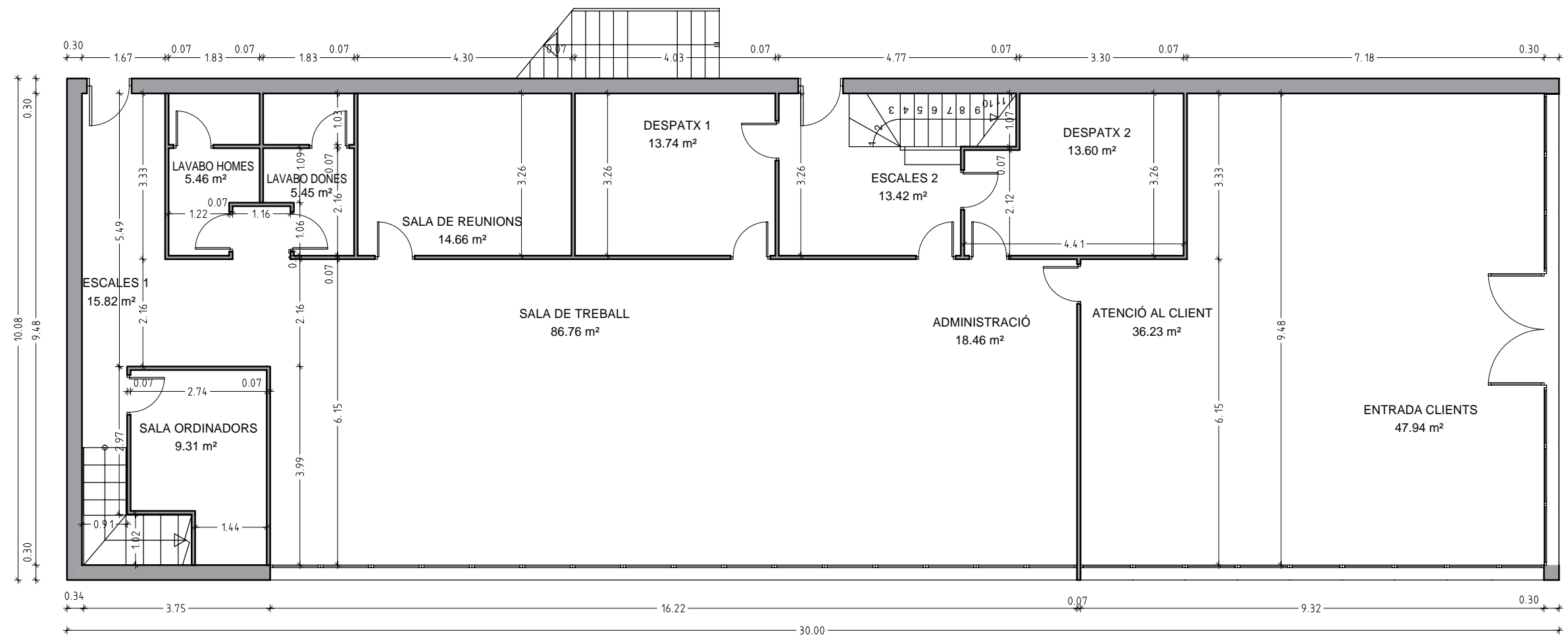
EMPLAÇAMENT



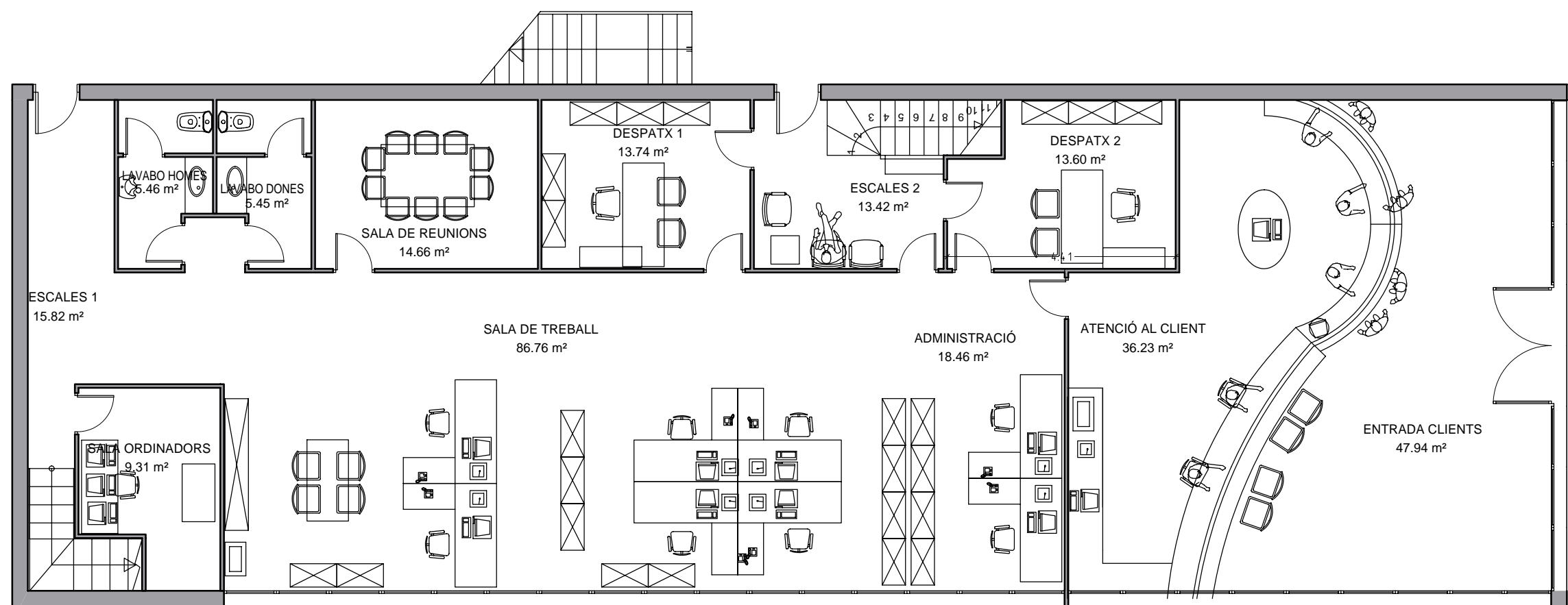
<div><div><div>Es</div><div>ps</div></div><div>Escola Politècnica Superior</div></div> <div><div><div>U</div><div></div></div><div>Universitat de Lleida</div></div>	PROJECTE DE FINAL DE CARRERA		
DIBUIXAT		DATA	ESCALA
CARINA SANTIAGO GALLEGO		OCTUBRE DEL 2.007	1 : 100
PLANOL		PLANOL	Numero 3 de 20
NAU. PLANTA BAIXA			



<div><div>Escola Politècnica Superior</div><div>Universitat de Lleida</div></div>	PROJECTE DE FINAL DE CARRERA DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL "CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.		
DIBUIXAT CARINA SANTIAGO GALLEG0	DATA OCTUBRE DEL 2.007	ESCALA 1 : 100	PLANOL Numero 4 de 20
PLANOL NAU. PLANTA PRIMERA			



<div><div><div>EPS</div><div>Escola Politècnica Superior</div></div><div><div><div>U</div><div>Universitat de Lleida</div></div></div></div>		PROJECTE DE FINAL DE CARRERA		
		DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL "CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.		
DIBUIXAT		DATA	ESCALA	PLANOL
CARINA SANTIAGO GALLEGO		OCTUBRE DEL 2.007	1 : 100	Numero 5 de 20
PLANOL				
OFICINES. PLANTA BAIXA. COTES I SUPERFÍCIES				



Escola Politècnica
Superior



Universitat de Lleida

PROJECTE DE FINAL DE CARRERA

DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS
DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL
"CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.

DIBUIXAT

CARINA SANTIAGO GALLEGU

DATA

OCTUBRE DEL 2.007

ESCALA

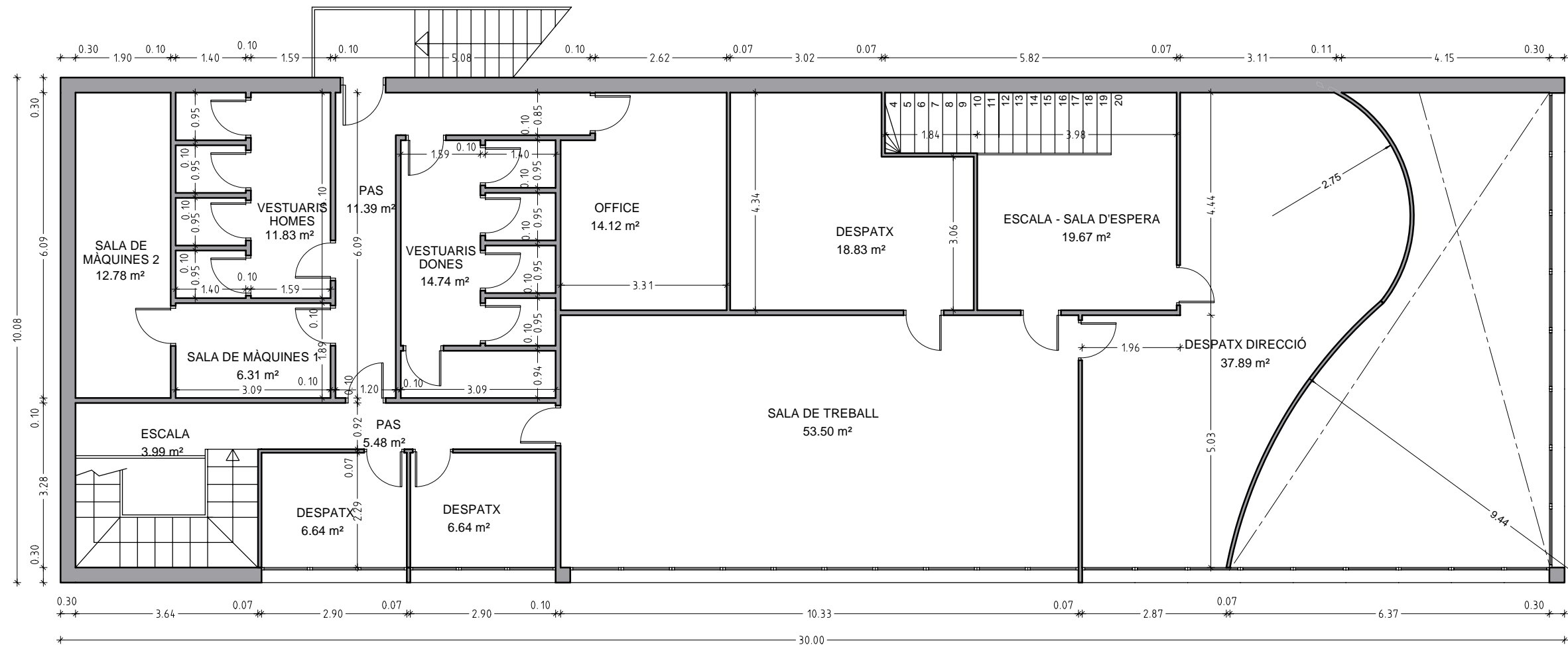
1 : 100

PLANOL

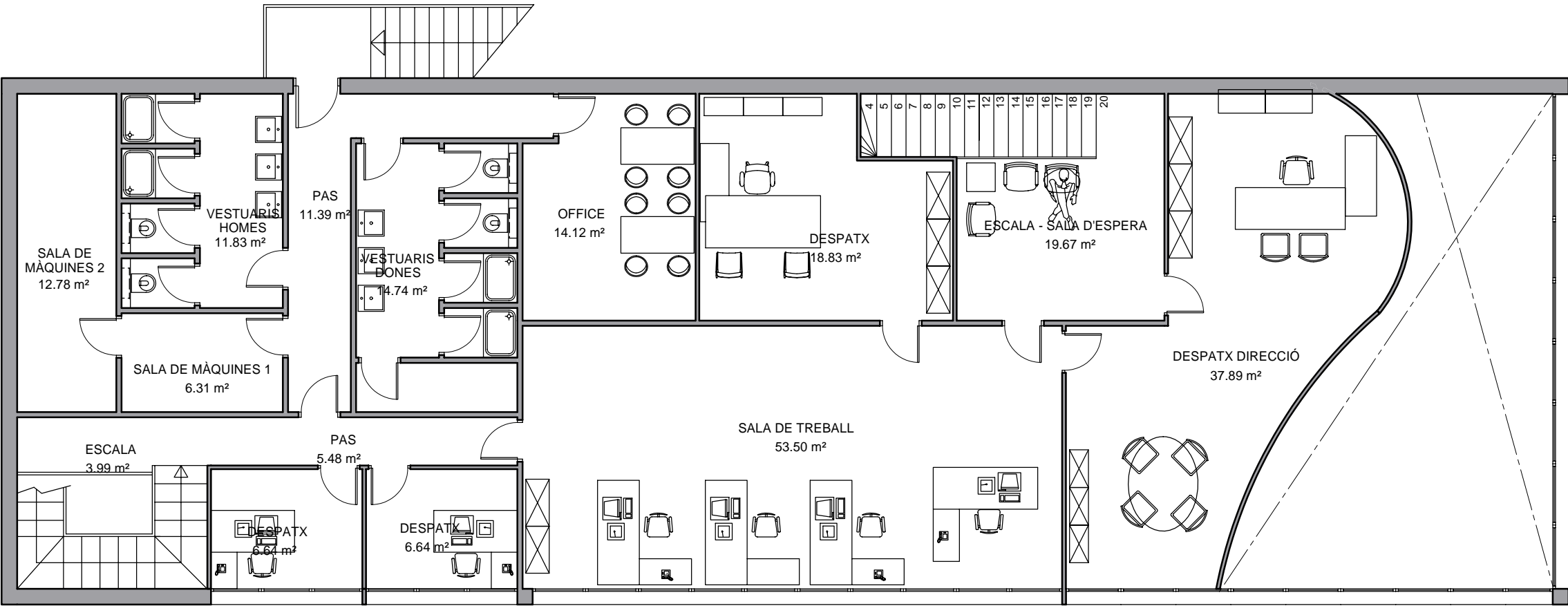
Numero 6 de 20

PLANOL

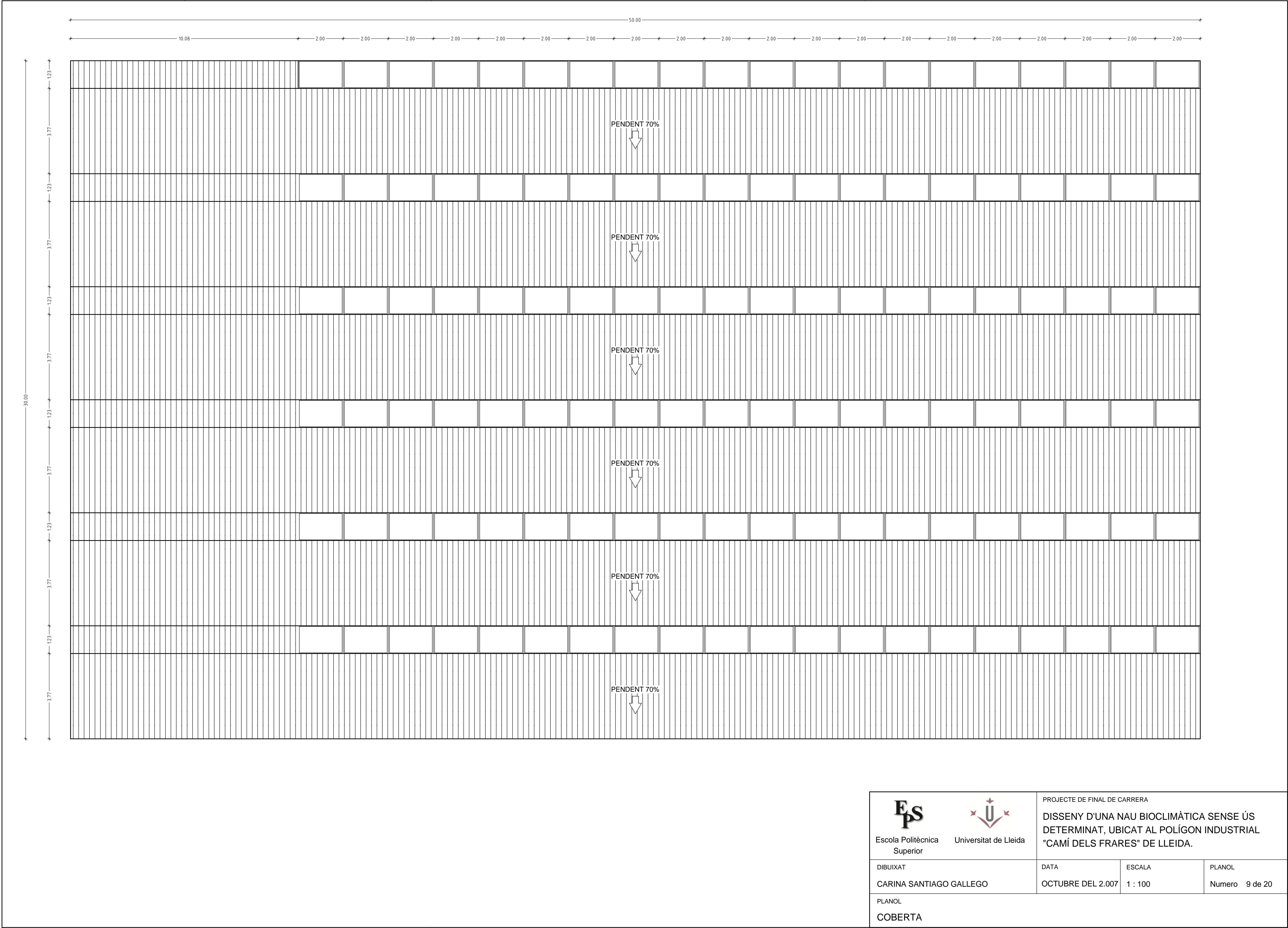
OFICINES. PLANTA BAIXA. DISTRIBUCIÓ

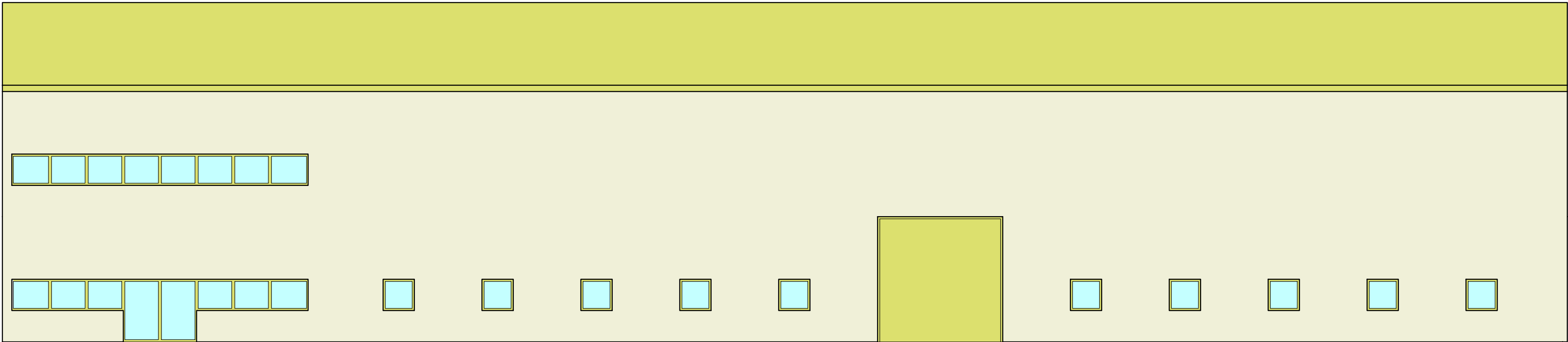


<div><div><div>EPS</div><div>Escola Politècnica Superior</div></div><div><div><div>U</div><div>Universitat de Lleida</div></div></div></div>		<div>PROJECTE DE FINAL DE CARRERA</div> <div>DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL "CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.</div>		
<div>DIBUIXAT</div> <div>CARINA SANTIAGO GALLEGU</div>		<div>DATA</div> <div>OCTUBRE DEL 2.007</div>	<div>ESCALA</div> <div>1 : 100</div>	<div>PLANOL</div> <div>Numero 7 de 20</div>
<div>PLANOL</div> <div>OFICINES. PLANTA PRIMERA. COTES I SUPERFÍCIES</div>				

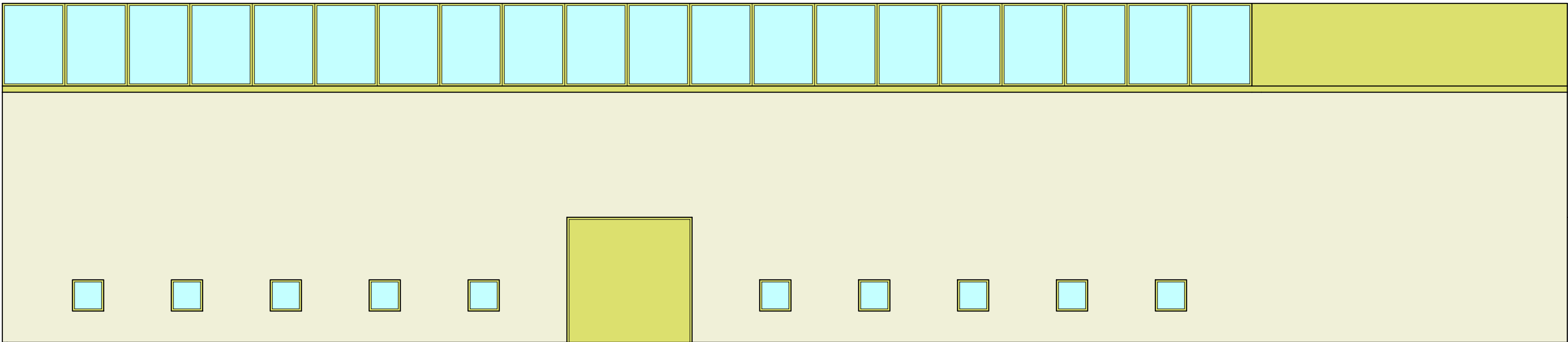


<div><div><div>EpS</div><div>Escola Politècnica Superior</div></div><div><div>Universitat de Lleida</div></div></div>		PROJECTE DE FINAL DE CARRERA		
		DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL "CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.		
DIBUIXAT		DATA	ESCALA	PLANOL
CARINA SANTIAGO GALLEG0		OCTUBRE DEL 2.007	1 : 100	Numero 8 de 20
PLANOL				
OFICINES. PLANTA PRIMERA. DISTRIBUCIÓ				

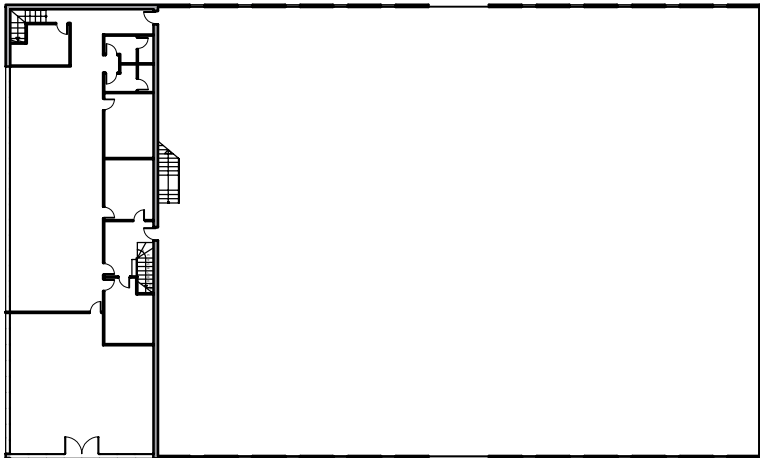




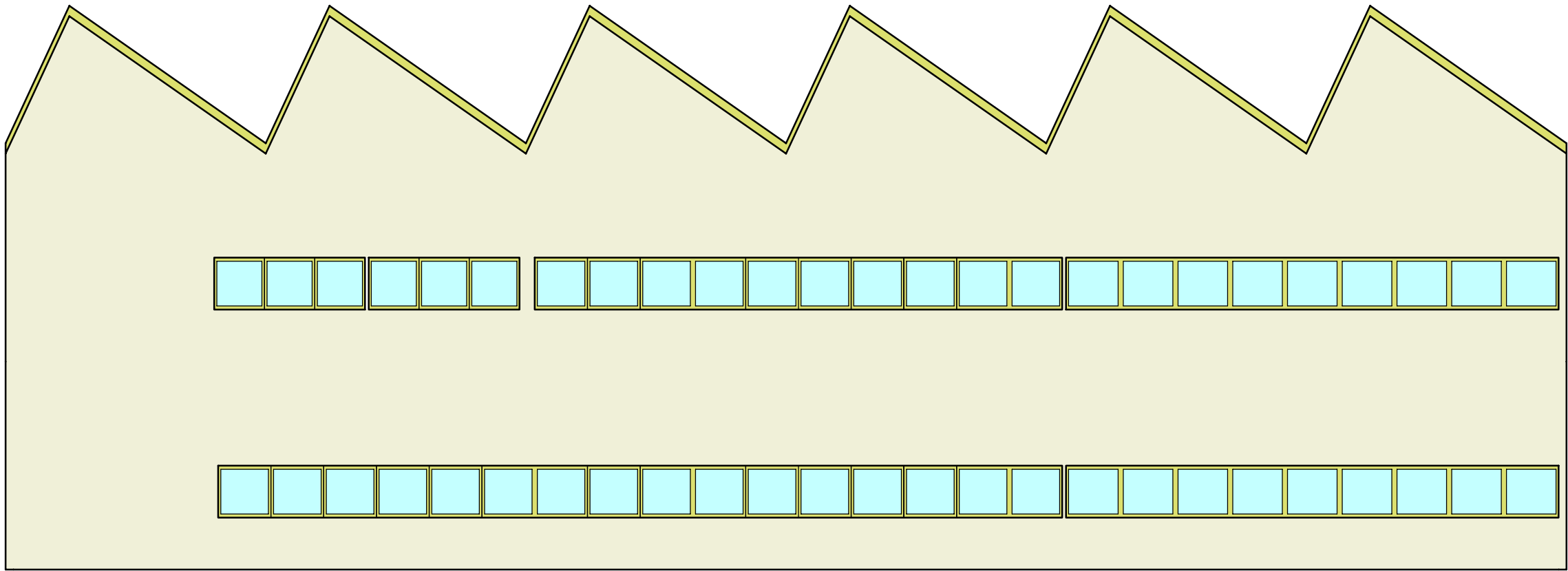
FAÇANA NORD



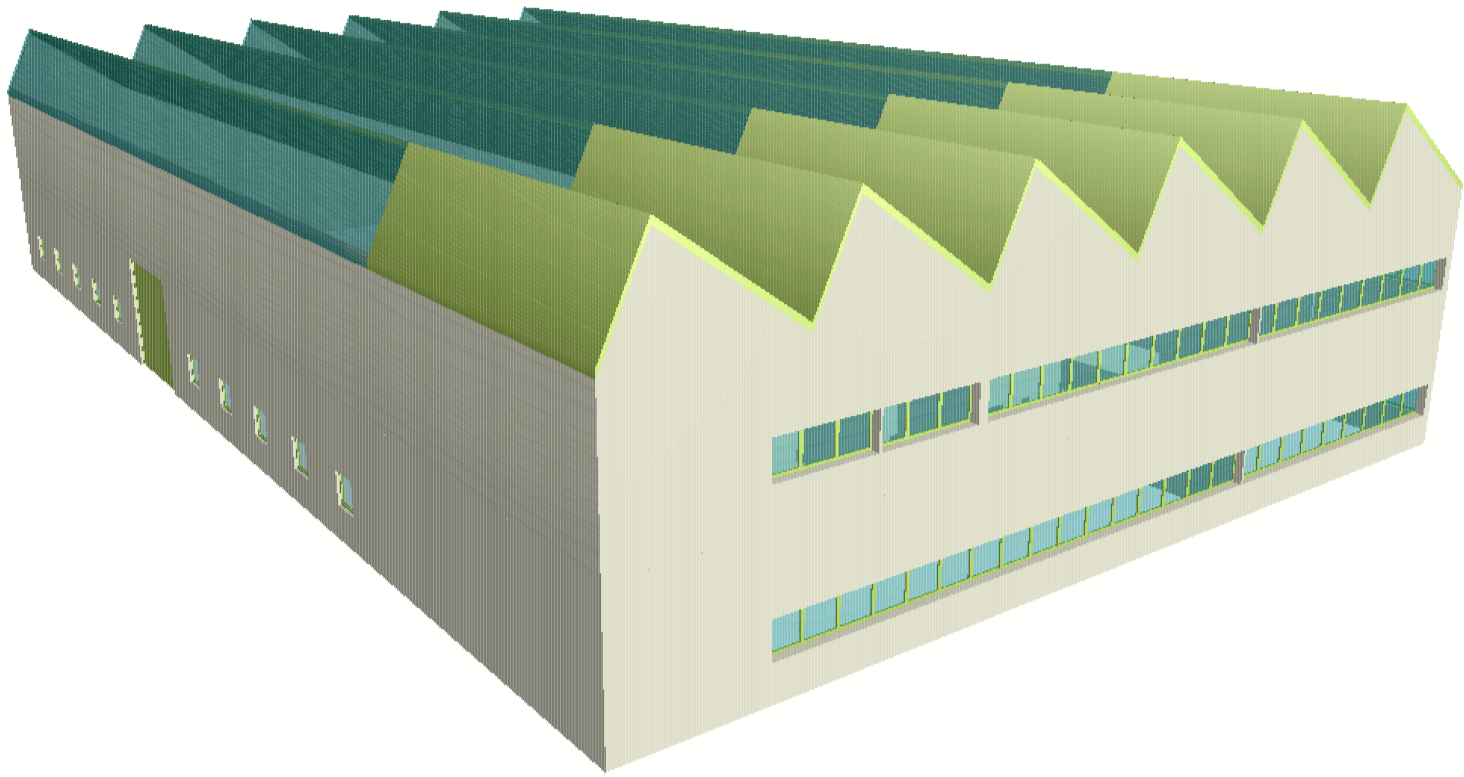
FAÇANA SUD



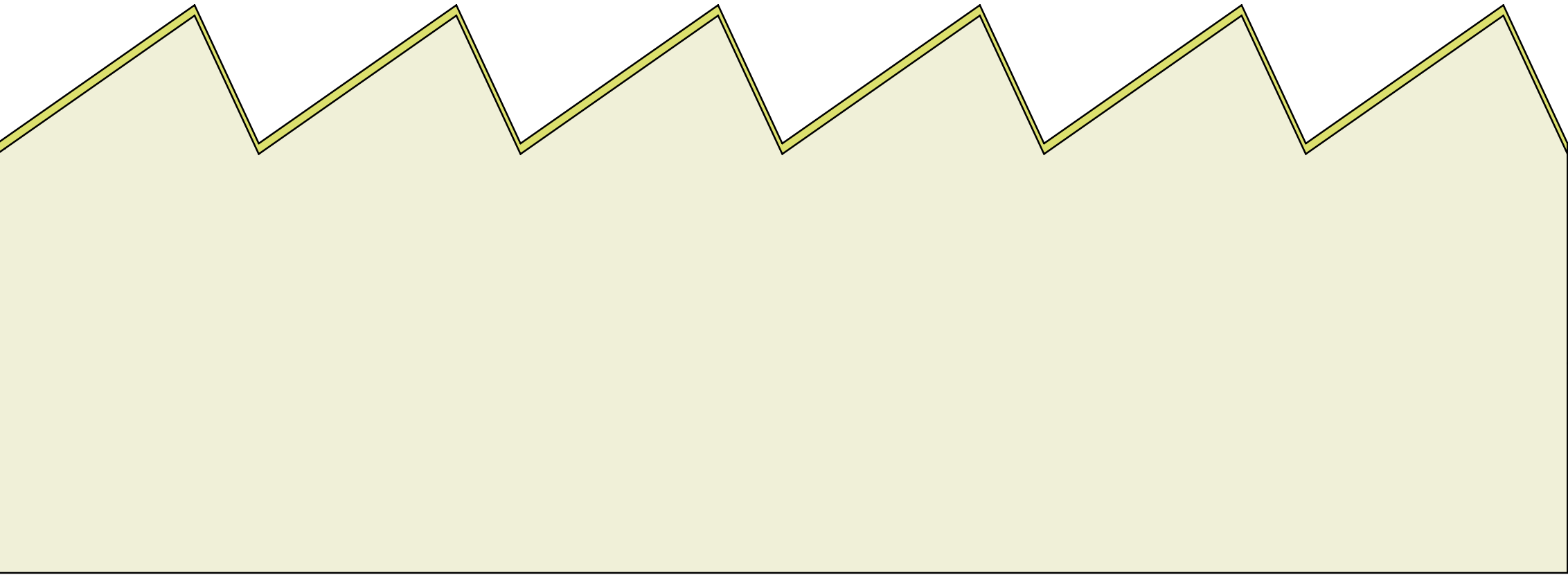
<div><div><div>Es</div><div>ps</div></div><div>Escola Politècnica Superior</div></div> <div><div><div>U</div><div></div></div><div>Universitat de Lleida</div></div>		<div>PROJECTE DE FINAL DE CARRERA</div> <div>DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL "CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.</div>		
<div>DIBUIXAT</div> <div>CARINA SANTIAGO GALLEGO</div>		<div>DATA</div> <div>OCTUBRE DEL 2.007</div>	<div>ESCALA</div> <div>1 : 100</div>	<div>PLANOL</div> <div>Numero 10 de 20</div>
<div>PLANOL</div> <div>FAÇANA NORD I SUD</div>				



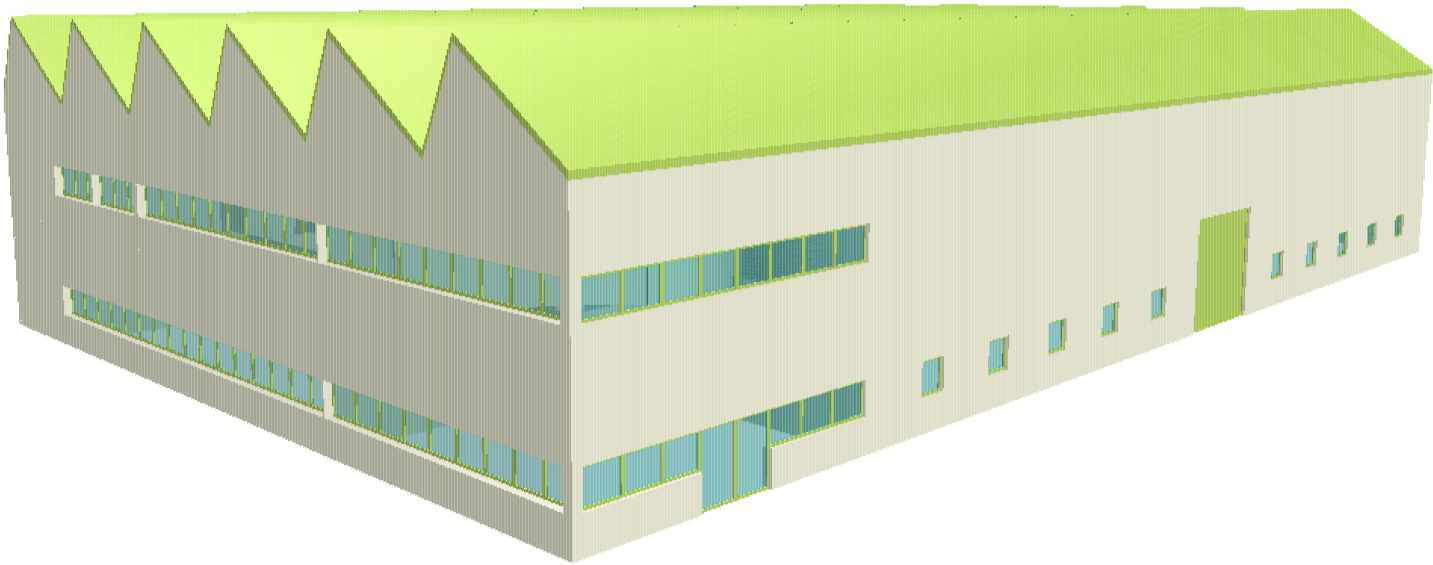
FAÇANA NORD



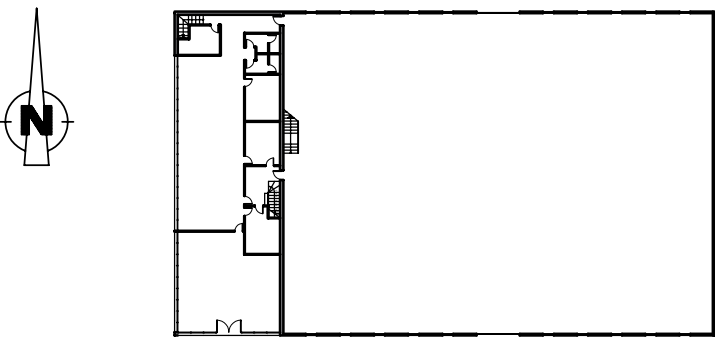
PERSPECTIVA SUD-OEST



FAÇANA SUD



PERSPECTIVA NORD-OEST



Escola Politècnica
Superior



Universitat de Lleida

PROJECTE DE FINAL DE CARRERA
DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS
DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL
"CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.

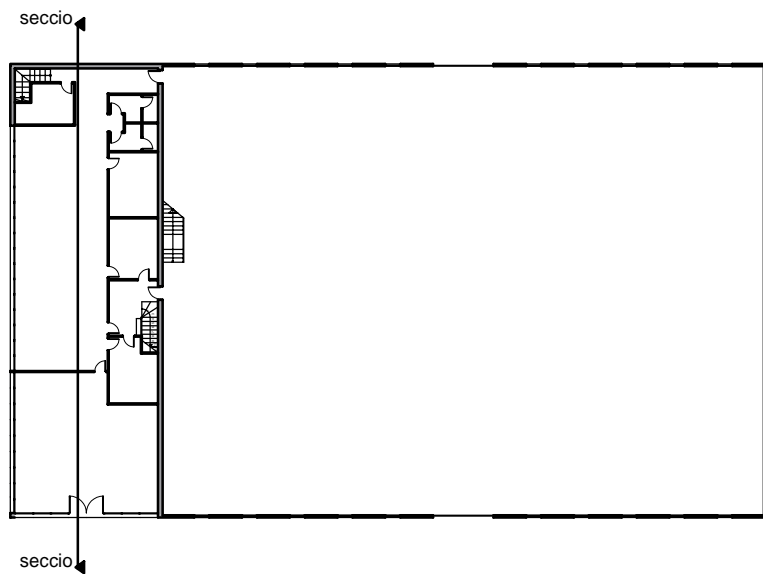
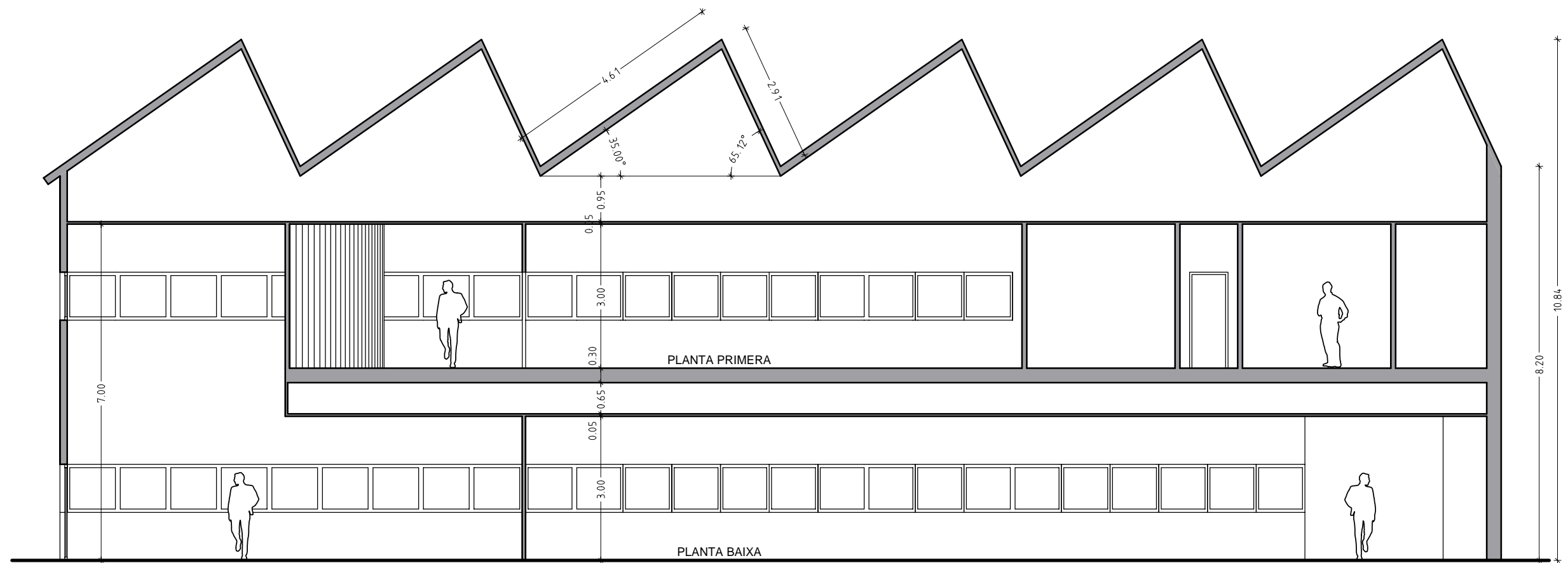
DIBUIXAT
CARINA SANTIAGO GALLEGU


DATA
OCTUBRE DEL 2.007

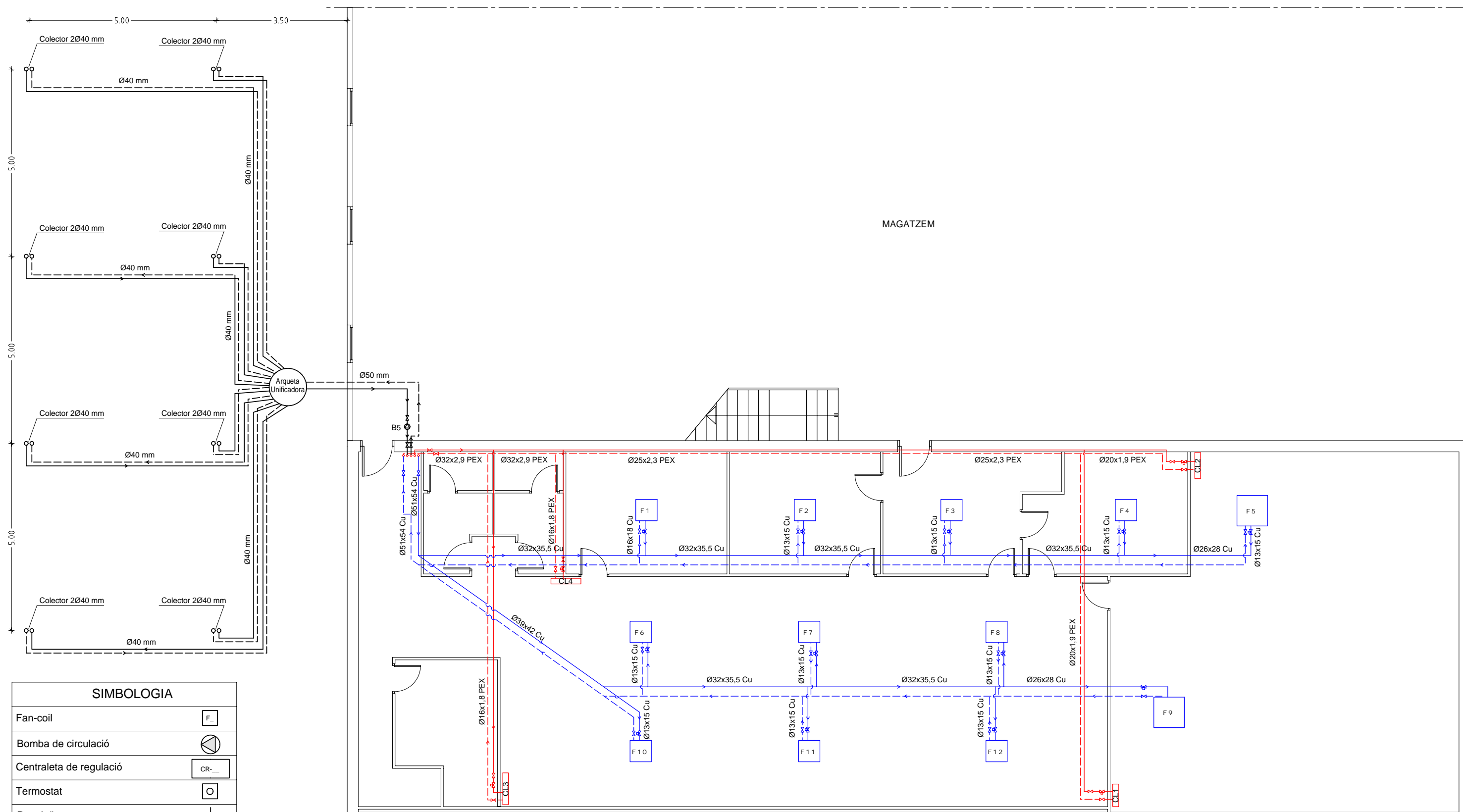
ESCALA
1 : 100

PLANOL
Numero 11 de 20

PLANOL
FAÇANES OEST I EST I PERSPECTIVES

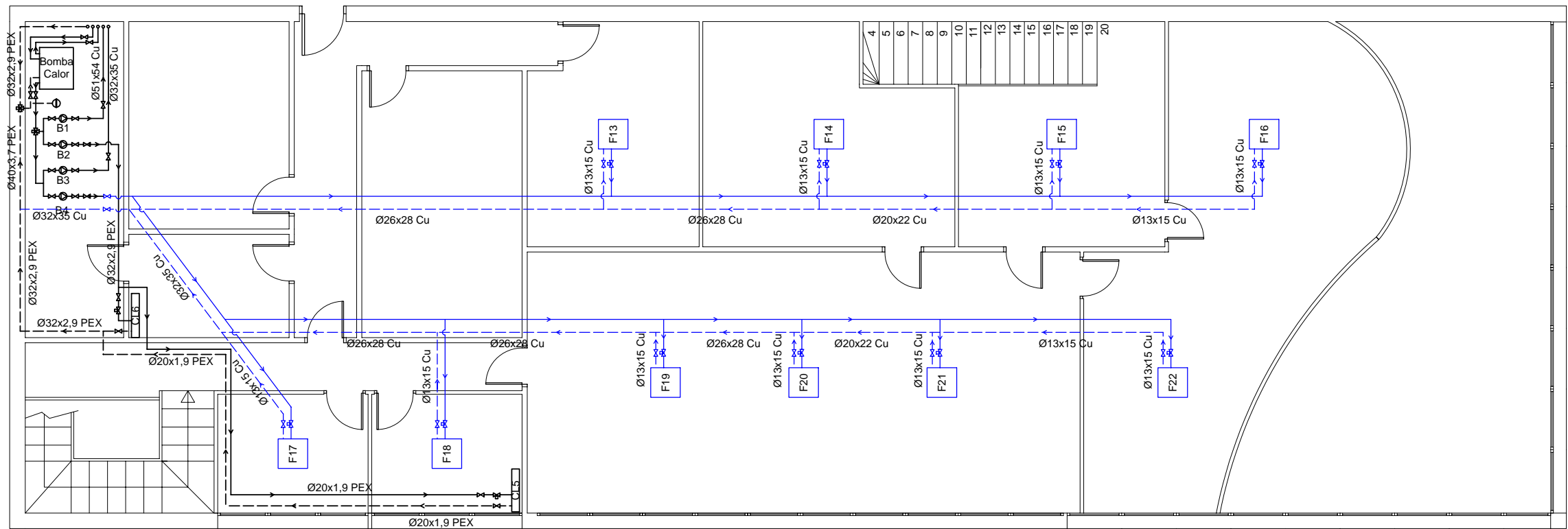


		PROJECTE DE FINAL DE CARRERA		
Escola Politècnica Superior Universitat de Lleida		DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL "CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.		
DIBUIXAT		DATA	ESCALA	PLANOL
CARINA SANTIAGO GALLEGO		OCTUBRE DEL 2.007	1 : 100	Numero 12 de 20
PLANOL				
SECCIÓ				



SIMBOLOGIA	
Fan-coil	
Bomba de circulació	
Centralita de regulació	
Termostat	
Desaigüe	
Detentor	
Electrovàlvula de tres vies	
Electrovàlvula	
Purgador d'aire	
Circuit de terra radiant	
Vàlvula antiretorn	
Vàlvula de seguretat	
Vàlvula de tall	
Vas d'expansió	

		PROJECTE DE FINAL DE CARRERA	
Escola Politècnica Superior		DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL "CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.	
DIBUIXAT		DATA	ESCALA
CARINA SANTIAGO GALLEG0		OCTUBRE DEL 2.007	1 : 100
PLANOL		PLANOL	
INSTAL·LACIÓ EXTERIOR GEOTÈRMICA I INTERIOR DELS COLECTORS DE TERRA RADIANT I INSTAL·LACIÓ DE FAN-COILS		Numero 13 de 20	



SIMBOLOGIA

Fan-coil	F_
Bomba de circulació	
Centralita de regulació	CR_
Termostat	
Desaigüe	
Detentor	
Electrovàlvula de tres vies	
Electrovàlvula	
Purgador d'aire	
Circuit de terra radiant	
Vàlvula antiretorn	
Vàlvula de seguretat	
Vàlvula de tall	
Vas d'expansió	



Escola Politècnica
Superior



Universitat de Lleida

PROJECTE DE FINAL DE CARRERA

DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS
DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL
"CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.

DIBUIXAT

CARINA SANTIAGO GALLEGO

DATA

OCTUBRE DEL 2.007

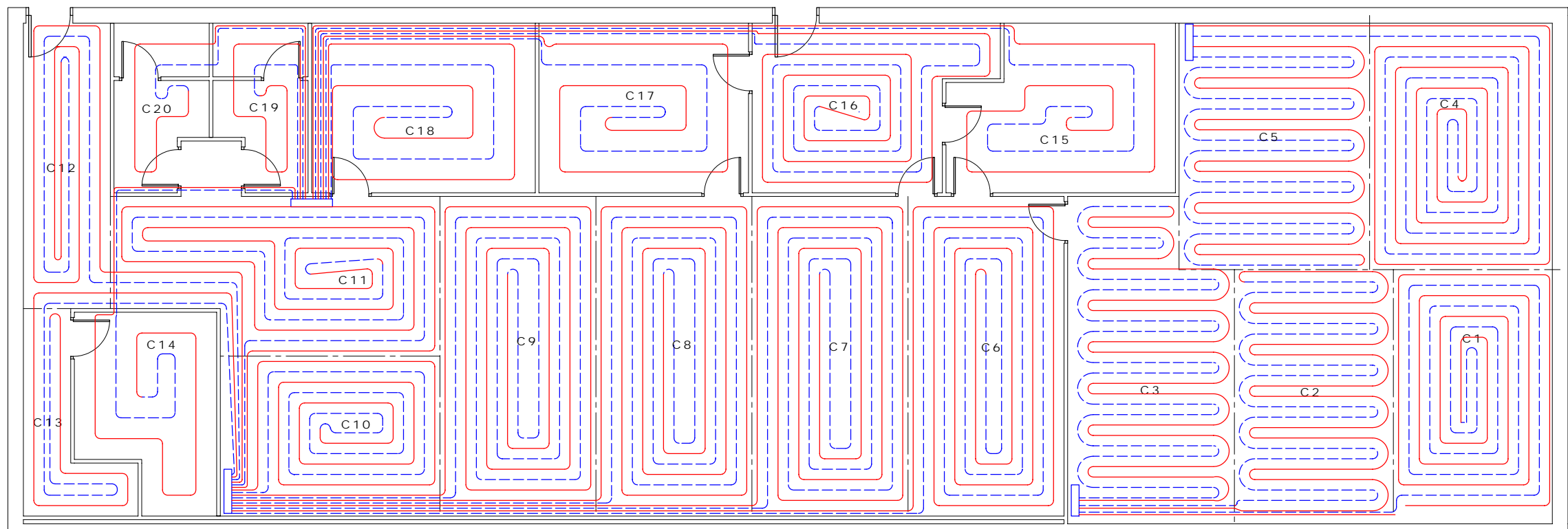
ESCALA

1 : 100

PLANOL

Numero 14 de 20

PLANOL
OFICINES. PLANTA PRIMERA. INSTAL·LACIÓ DELS COL·LECTORS DEL TERRA RADIANT,
INSTAL·LACIÓ DE FAN-COILS I SALA DE MÀQUINES



Circuit	Pas (cm)
C1	20
C2	20
C3	20
C4	20
C5	20
C6	20
C7	20
C8	20
C9	20
C10	20
C11	20
C12	20
C13	20
C14	40
C15	40
C16	20
C17	40
C18	40
C19	40
C20	40

Escola Politècnica Superior

Universitat de Lleida

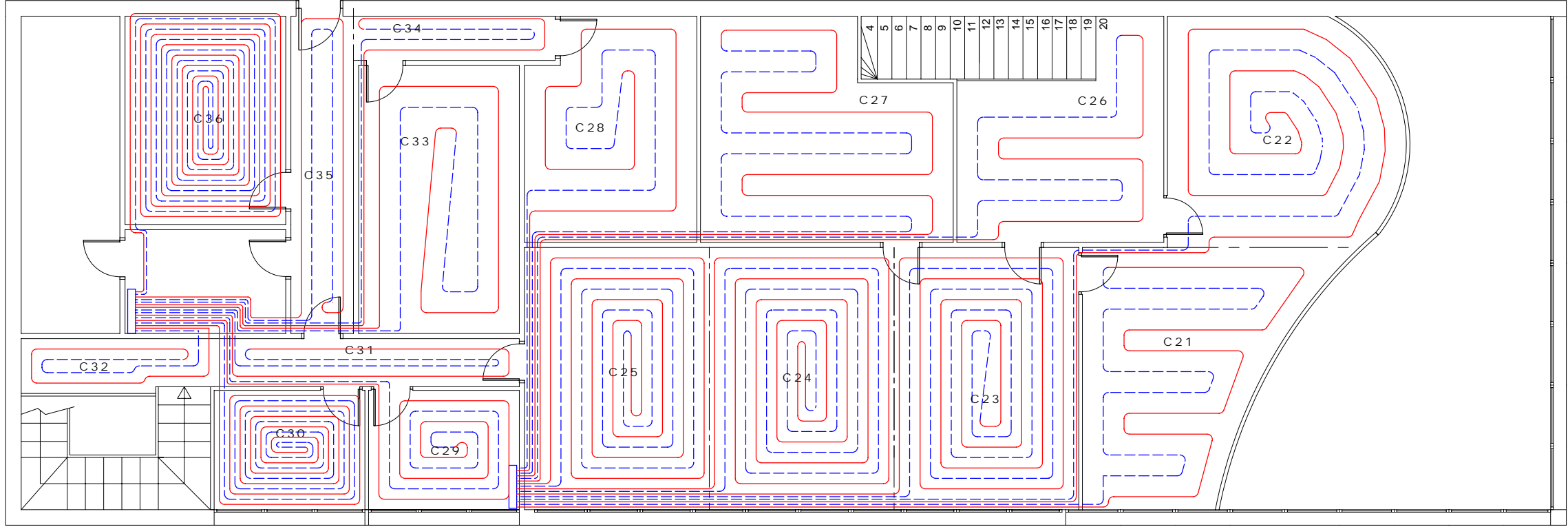
PROJECTE DE FINAL DE CARRERA

DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL "CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.

DIBUIXAT	DATA	ESCALA	PLANOL
CARINA SANTIAGO GALLEGO	OCTUBRE DEL 2.007	1 : 100	Numero 15 de 20

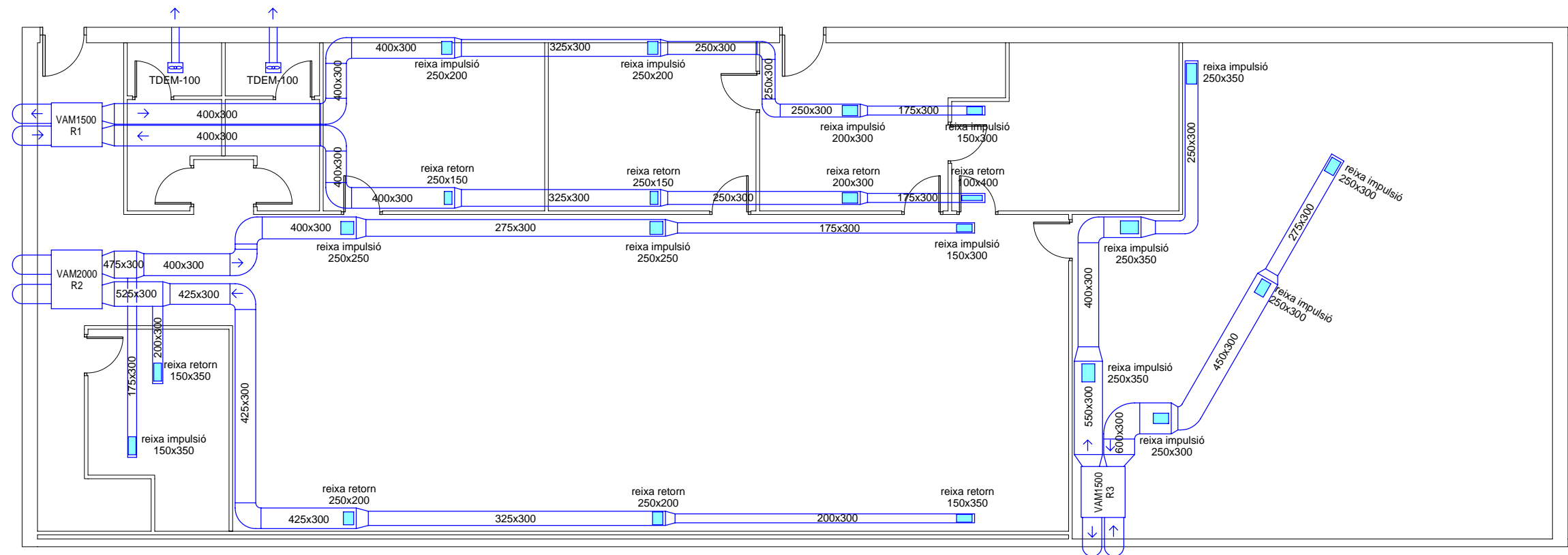
PLANOL


OFICINES. PLANTA BAIXA. TERRA RADIANT

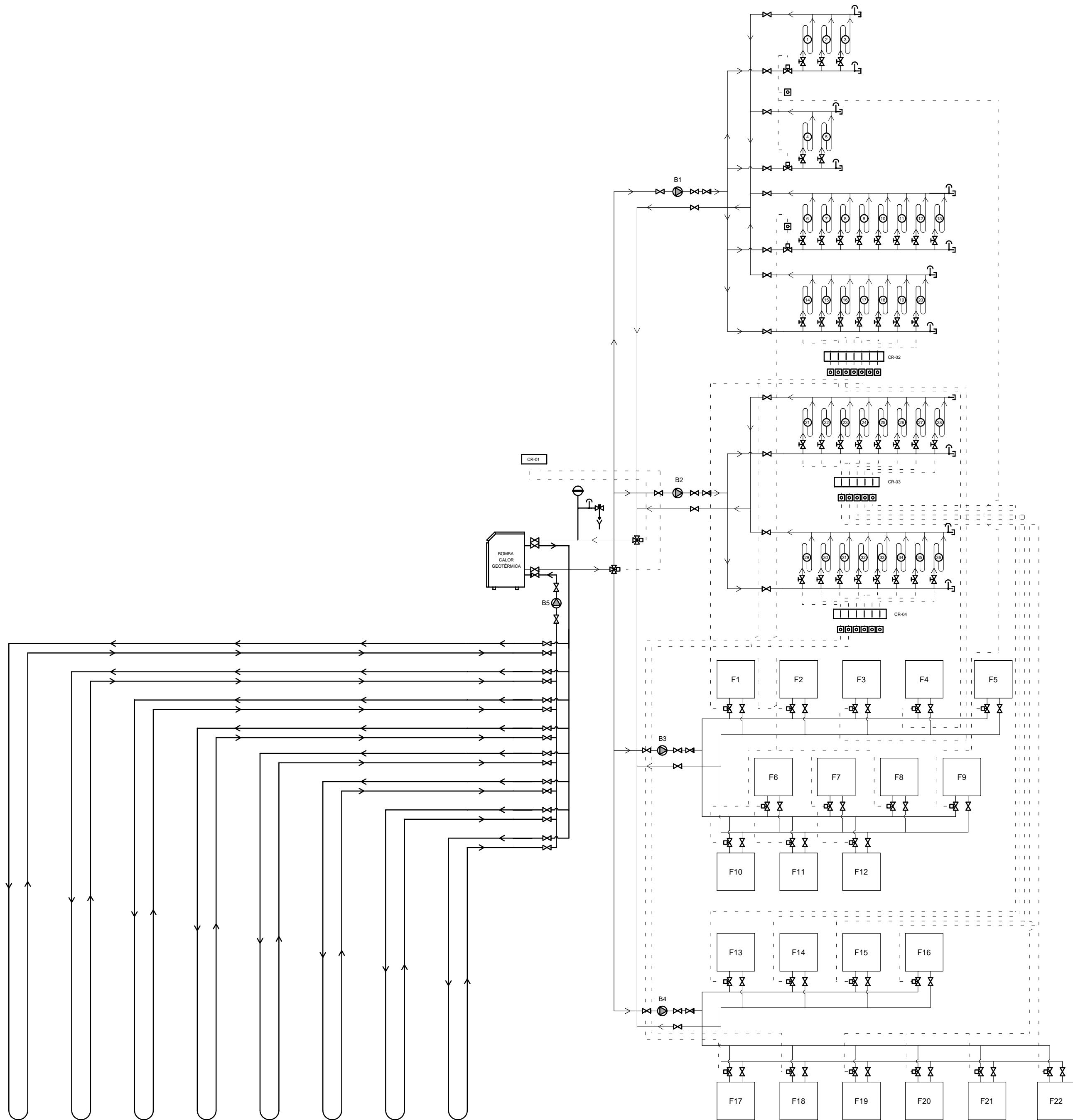


Circuit	Pas (cm)
C21	40
C22	40
C23	20
C24	20
C25	20
C26	40
C27	40
C28	40
C29	20
C30	10
C31	20
C32	20
C33	40
C34	20
C35	20
C36	10

 Escola Politècnica Superior Universitat de Lleida	PROJECTE DE FINAL DE CARRERA DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL "CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.		
DIBUIXAT CARINA SANTIAGO GALLEGO	DATA OCTUBRE DEL 2.007	ESCALA 1 : 100	PLANOL Numero 16 de 20
PLANOL OFICINES. PLANTA PRIMERA. TERRA RADIANT			

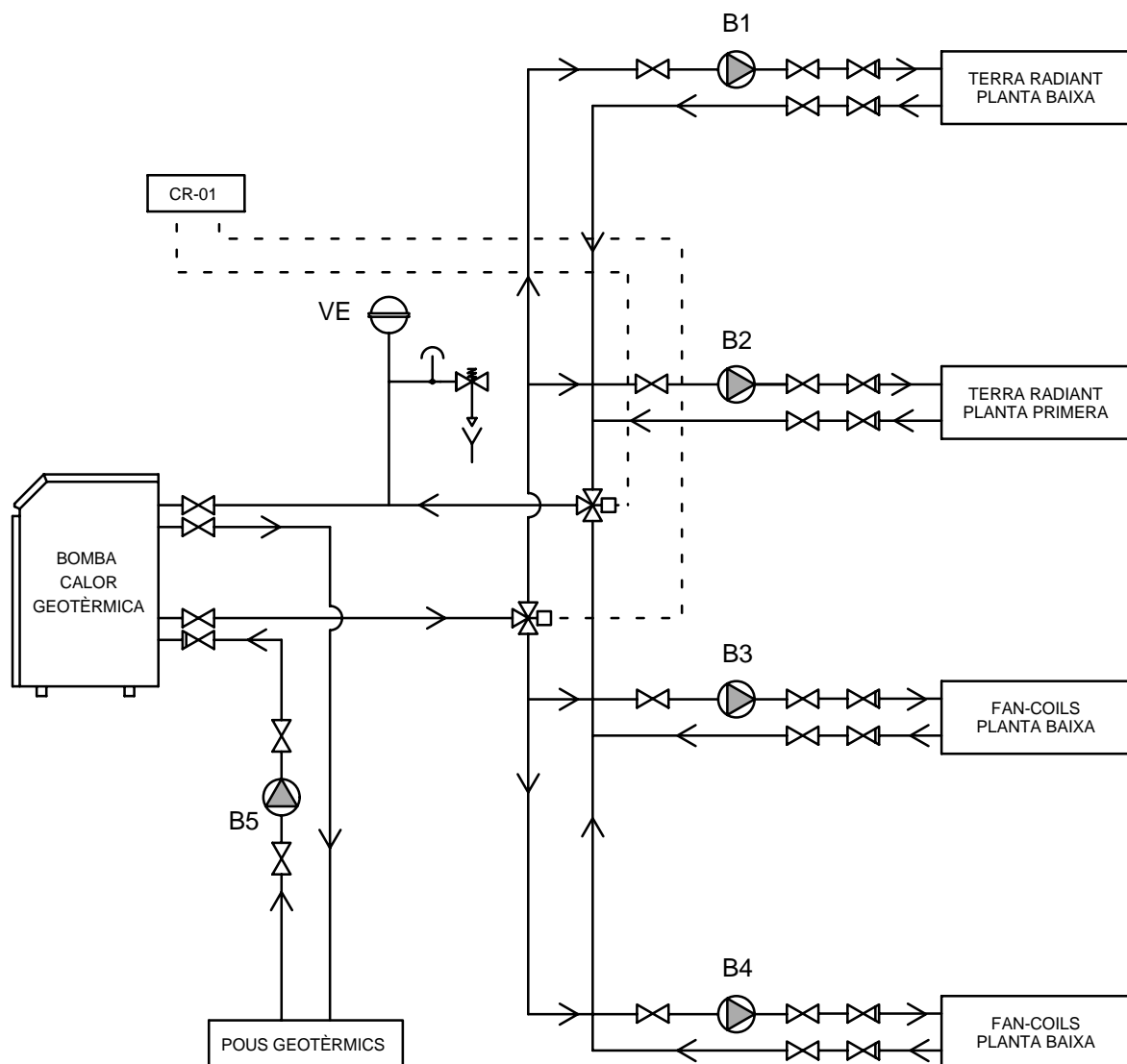


<div><div></div><div>Escola Politècnica Superior</div></div> <div><div></div><div>Universitat de Lleida</div></div>		PROJECTE DE FINAL DE CARRERA		
		DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL "CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.		
DIBUIXAT		DATA	ESCALA	PLANOL
CARINA SANTIAGO GALLEGO		OCTUBRE DEL 2.007	1 : 100	Numero 17 de 20
PLANOL				
OFICINES. PLANTA BAIXA. RENOVACIÓ D'AIRE				



SIMBOLOGIA	
Fan-coil	F
Bomba de circulació	
Centraleta de regulació	CR-...
Termostat	
Desaigüe	
Detentor	
Electrovàlvula de tres vies	
Electrovàlvula	
Purgador d'aire	
Circuit de terra radiant	
Vàlvula antiretorn	
Vàlvula de seguretat	
Vàlvula de tall	
Vas d'expansió	

<div><div><div>Escola Politècnica Superior</div></div><div><div>Universitat de Lleida</div></div></div>	PROJECTE DE FINAL DE CARRERA DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL "CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.		
DIBUIXAT CARINA SANTIAGO GALLEG0	DATA OCTUBRE DEL 2.007	ESCALA ----	PLANOL Numero 19 de 20
PLANOL ESQUEMA GENERAL DE LA INSTAL·LACIÓ			



SIMBOLOGIA	
Fan-coil	
Bomba de circulació	
Centralita de regulació	
Termostat	
Desaigüe	
Detentor	
Electrovàlvula de tres vies	
Electrovàlvula	
Purgador d'aire	
Circuit de terra radiant	
Vàlvula antiretorn	
Vàlvula de seguretat	
Vàlvula de tall	
Vas d'expansió	



Escola Politècnica
Superior



Universitat de Lleida

PROJECTE DE FINAL DE CARRERA

DISSENY D'UNA NAU BIOCLIMÀTICA SENSE ÚS
DETERMINAT, UBICAT AL POLÍGON INDUSTRIAL
"CAMÍ DELS FRARES" DE LLEIDA.

DIBUIXAT

CARINA SANTIAGO GALLEGO

DATA

OCTUBRE DEL 2.007

ESCALA

PLANOL

Numero 20 de 20

PLANOL

ESQUEMA DE LA INSTAL·LACIÓ EN LA SALA DE MÀQUINES



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

5. Plec de condicions



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

ÍNDIX DEL PLEC DE CONDICIONS

5. PLEC DE CONDICIONS	257
ÍNDIX DEL PLEC DE CONDICIONS	259
5.1. NORMATIVA	261
5.2. MANTENIMENT	261
5.2.1. MANTENIMENT DE LA BOMBA DE CALOR GEOTÈRMICA	261
5.2.2. MANTENIMENT DE LES BOMBES DE CIRCULACIÓ	265
5.2.3. MANTENIMENT DEL TERRA RADIANT	266
5.2.4. MANTENIMENT DELS FAN-COILS	268
5.2.5. MANTENIMENT DE LA VENTILACIÓ AMB RECUPERACIÓ D'AIRE	268
5.3. FULLS D'ESPECIFICACIONS	271
5.3.1. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LA BOMBA DE CALOR AIGUA-AIGUA	271
5.3.2. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓ DEL TERRA RADIANT	273
5.3.3. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ DE FAN-COILS	275
5.3.4. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓ DELS POUS	277
5.3.5. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL VAS D'EXPANSIÓ	279
5.3.6. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL TERRA RADIANT	280
5.3.7. FULL D'ESPECIFICACIONS DELS COL·LECTORS DE TERRA RADIANT	281
5.3.8. FULL D'ESPECIFICACIONS DELS ARMARIS DELS COL·LECTORS DE TERRA RADIANT.	282
5.3.9. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL CIMENT PER AL PAVIMENT DE TERRA RADIANT	283
5.3.10. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL FAN-COIL	284
5.3.11. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES CANONADES DE COURE	285
5.3.12. FULL D'ESPECIFICACIONS DE L'AÏLLAMENT DE CANONADES	286
5.3.13. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES ELECTROVÀLVULES DE 3 VIES	287
5.3.14. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES ELECTROVÀLVULES DE 2 VIES	288
5.3.15. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL CAPÇAL ELECTROTÈRMIC	289
5.3.16. FULL D'ESPECIFICACIONS DELS TERMÒSTATS ANALÒGICS	290
5.3.17. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES CENTRALETES DE REGULACIÓ	290
5.3.18. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES VÀLVULES DE BOLA	291
5.3.19. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES VÀLVULES DE RETENCIÓ	292
5.3.20. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES REIXES DE RETORN	293
5.3.21. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LES REIXES D'IMPULSIÓ	294
5.3.22. FULL D'ESPECIFICACIONS DELS CONDUCTES	295
5.3.23. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL BESCANVIADOR ENTÀLPIC	296
5.3.24. FULL D'ESPECIFICACIONS DE LA CANONADA DEL COL·LECTOR GEOTÈRMIC	297
5.3.25. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL COL·LECTOR GEOTÈRMIC	298
5.3.26. FULL D'ESPECIFICACIONS DEL EXTRACTOR DE BANY	299



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

5.1. Normativa

Les instal·lacions projectades han de complir les normes i reglaments que es descriuen a continuació, i, a més a més, la reglamentació vigent en el moment de la realització de l'obra.

UNE 100030 IN *Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.*

Codi Tècnic de l'edificació.

Normas básicas para las Instalaciones interiores de subministros de Agua (NIA).

Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) i les seves Instrucciones Técnicas Complementarias.

Reglamento de Aparatos a Presión (RAP).

5.2. Manteniment

5.2.1. Manteniment de la bomba de calor geotèrmica

5.2.1.1. Posta en marxa

Abans de començar qualsevol tipus de control verificar que la unitat hagi estat instal·lada convenientment.

1. - PART ELÈCTRICA

- Controlar que la tensió i la freqüència de la xarxa estigui compreses en els següents intervals:

$$230 \pm 10 \% \quad 400 \pm 10 \%$$

- Controlar l'eficiència dels dispositius de seguretat instal·lats en el circuit hidràulic de l'evaporador.
- Controlar l'ajustament dels cargols que fixen els conductors als components elèctrics presents en el quadre, ja que durant el trasllat de la màquina es poden afloixar. Durant aquests controls la unitat haurà d'estar alimentada per a activar només el circuit de comandament.
- Control del set point estiu: Controlar el valor de set point de la unitat. El calibrat de fàbrica és de 11.5°C. Per a modificar aquest valor consultar la secció REGULACIÓ.
- Controlar el set point antigal: Aquest paràmetre està fixat pel fabricant en un valor de 4°C. En cas d'utilitzar solucions incongelables referir-se a la taula 2 per a fixar el correcte valor de set point antigal.
- Resistències carter. Si són presents les resistències del carter del compressor en la primera engegada de la unitat i després de cada període de pausa perllongada és important alimentar les resistències d'escalfament de l'oli del carter del compressor per almenys 8 hores abans de l'arrencada del compressor mateix. L'operació d'activació es realitza segons les fases indicades:

1- Tancar el seccionador present en la unitat.

2 - La unitat no es posarà en funcionament si no selecciona la modalitat de funcionament (ESTIU) en el teclat. Com es pot veure en la targeta, fins que no es requereixi el funcionament de la unitat mitjançant el pulsador ON-OFF, s'alimentarà la resistència del carter.

1. - PART HIDRAULICA

- Controlar que el circuit hidràulic hagi estat carregat i pressuritzado. Els valors de referència s'indiquen en la taula 1 i estan relacionats amb:

Temperatura màxima de l'aigua: +40°C

Temperatura de l'aigua durant la càrrega de l'equip: +20°C

En cas d'utilitzar una solució incongelant, comprovar que el percentatge correspongui a les modalitats d'ús indicades en la taula:

Percent en pes etilènglicol	10%	20%	30%	40%
Temperatura de congelament	-4,4	-9,4	-15,6	-24,4
Temperatura de seguretat	+1	-4	-10	-19

- Controlar que no hagi aire en el circuit. De ser necessari, evacuar-lo a través de les vàlvules de purga.
- Controlar que la temperatura del fluid sigui inferior o igual al valor màxim admès, segons les indicacions donades en la secció GENERALITATS, en l'apartat "LIMITIS PER AL FUNCIONAMENT".
- Controlar que les vàlvules de interceptació instal·lades en el circuit estiguin en posició de "OBERT".
- Controlar que la bomba de circulació estigui activada i el cabal sigui suficient per a garantir almenys que NO intervinguin el PRESOSTAT.
- Verificar que el pes de les connexions hidràuliques sigui degudament suportat en l'exterior de la unitat. No han de ser sotmeses a esforç les connexions del intercanviador. En cas d'unitat amb antivibradors, verificar la presència de juntes elàstiques.

No engegar el compressor si l'oli del carter no aquesta a la temperatura adequada. (la temperatura de la carcassa del compressor, en la seva part inferior, ha de ser almenys 10°C major que la temperatura externa).

Si els controls dels paràgrafs anteriors han assortit èxit positiu és possible arrencar la unitat.

2.1 - PART ELÈCTRICA

- El desequilibri de les fases ha de ser inferior al 3%.
- L'absorció del compressor ha de ser inferior al valor indicat en la secció CONNEXIONS ELÈCTRIQUES, en la taula de DADES ELÈCTRIQUES sota F.L.A.

2.2 - PART HIDRÀULICA

- Cabal d'aigua. Comprovar que la diferència de temperatura de l'aigua entre l'entrada i la sortida del intercanviador estigui relacionada amb la potència segons la fórmula:

$$\text{potència t } (^{\circ}\Delta\text{frigorífica unitat (KW)} \times 860 = \text{C}) \times \text{cabal (L/h)}.$$

La potència frigorífica s'obté de les taules de prestacions de refredament del butlletí tècnic, en funció de:

- grandària de la unitat
- temperatura de l'aigua que entra al condensador de plaques
- temperatura del fluid que surt de l'evaporador
- Pèrdua de càrrega del intercanviador, del costat del fluid. Determinar el cabal de fluid i amidar la diferència de pressió entre l'entrada i la sortida del intercanviador, i comparar-la amb el gràfic perdudes de càrrega del intercanviador evaporador costat de l'aigua que es troba en el manual tècnic de la bomba.
- Neteja del recol·lector d'impureses (filtre opcional). El filtre s'embruta quan hi ha un cabal de fluid reduït.
 - Tancar la vàlvules de bola instal·lades abans i després del filtre.
 - Descargolar el tap de tancament i extreure l'element filtrant.
 - Netejar amb un doll d'aigua.
 - Reposar l'element filtrant i el tap de tancament.
 - Evacuar l'aire de l'equip a través de les vàlvules de purga.
 - Pressuritzar l'equip segons les indicacions donades en la taula 1.
- Calibratge del pressòstat diferencial del costat de l'aigua.
 - Tancar la vàlvula de bola instal·lada abans del intercanviador, fins que intervingui el pressòstat.
 - Llegir en els manòmetres "M" instal·lats en l'equip la diferència de lectura entre els manòmetres instal·lats a l'entrada i la sortida del intercanviador.
 - Apuntar la pressió a la qual s'ha produït l'actuació del pressòstat, i comprovar que estigui entorn dels 13 kPa.
 - Tornar a obrir la vàlvula de bola.
 - Apuntar la pressió a la qual s'ha produït la reactivació del pressòstat i comprovar que estigui entorn dels 3 kPa.
- Funcionament del regulador de flux (si està instal·lat)
 - Tancar la vàlvula de bola instal·lada abans del intercanviador, fins que intervingui el regulador de flux.
 - Comprovar la correspondència entre la falta de flux i l'atur de la unitat.
 - Tornar a obrir la vàlvula de bola.

2.3 - PART DEL CIRCUIT FRIGORÍFIC

- Calibratge del pressòstat d'alta pressió.
 - Connectar un manòmetre adequat per a alta pressió en la presa manomètrica Schrader que es troba en el costat d'alta pressió del circuit, a l'altura del pressòstat d'alta pressió.
 - Amb ajuda d'un cartró, reduir el cabal d'aire cap al condensador fins que intervingui el pressòstat.
 - Apuntar la pressió a la qual s'ha produït l'actuació i comprovar que estigui compresa entre 2600 i 2700 kPa.
- Condicions de treball.
 - Connectar els manòmetres d'alta i baixa pressió a les preses manomètriques Schrader, instal·lades respectivament en els costats d'alta i baixa pressió del circuit, a l'altura dels pressòstats.
 - Comprovar que la pressió d'evaporació correspongui a una temperatura de saturació 5 a 6°C menor que la temperatura de l'aigua que surt del *intercanviador.
 - Comprovar que la pressió de condensació correspongui a una temperatura de saturació aproximadament 5-6°C major que la temperatura d'entrada a la bateria de condensació.

5.2.1.2. Manteniment

Aquest apartat està dedicat a l'usuari final, i és extremadament important per a mantenir un funcionament regular de la unitat al llarg del temps. Unes poques operacions, realitzades atenta i periòdicament, poden evitar la intervenció forçosa de personal especialitzat. Les operacions necessàries no requereixen coneixements tècnics particulars i es resumeixen en simples controls d'alguns components de la unitat.

- ESTRUCTURA DE LA UNITAT
 - Comprovar l'estat de les parts que formen l'estructura. Prestar especial atenció a les parts d'acer.
 - Tractar amb pintures adequades per a eliminar o reduir el fenomen d'oxidació en els punts de la unitat que presenten el problema.
 - Comprovar el correcte fixació dels envans. Fixacions incorrectes poden ser l'origen de funcionament incorrecte, sorolls i vibracions anòmales.
- PART HIDRÀULICA EVAPORADOR I CONDENSADOR
 - Comprovar visualment que el circuit hidràulic no present punts de fugida. Posar-se en contacte amb el personal especialitzat si fos necessari efectuar el manteniment.
- PART ELÈCTRICA
 - Revisar el cable d'alimentació que connecta la unitat al quadre. El mateix no ha de presentar trencaments, esquerdes ni alteracions que

puguin comprometre l'aïllament. De ser necessària alguna intervenció, acudir a un centre d'assistència autoritzat.

Per a la primera engegada de la temporada s'aconsella la presència de personal autoritzat, a fi que, a més dels controls ja esmentats, pugui realitzar una inspecció del circuit frigorífic.

5.2.1.3. Canvi de temporada

El canvi de temporada de la bomba de calor simplement es limitarà a invertir el cicle de la màquina: a l'estiu haurà de produir fred i a l'hivern calor.

Després d'invertir el cicle, caldrà comprovar que el cabal, la temperatura i la pressió de l'aigua, tant a l'entrada com a la sortida de la màquina, s'adeqüen a les especificacions enumerades a la memòria del present projecte.

5.2.2. Manteniment de les bombes de circulació

5.2.2.1. Posta en marxa

En la posta en marxa cal omplir i purgar adequadament la bomba i les canonades d'aspiració i impulsió. S'ha de purgar la bomba desenroscant el corresponent cargol de purga. Cal tenir en compte que la bomba no pot funcionar en sec, per tal que no es deteriори la carcassa.

Amb la finalitat d'evitar sorolls o, fins i tot, danys causats per la cavitació, és necessari que hi hagi una pressió mínima a l'aspiració de la bomba. Els paràmetres fonamentals per determinar la pressió mínima a d'aspiració són el valor NPSH de la bomba en el seu punt de treball i la pressió del vapor del medi d'impulsió.

S'ha de connectar la bomba durant uns breus instants amb la finalitat de comprovar que el sentit de gir coincideix amb de la fletxa de la carcassa d'aquesta. Un cop connectada, cal comprovar mitjançant les lectures del manòmetres que la pressió s'adequa als valors de la memòria.

5.2.2.2. Manteniment

El tancament mecànic no requereix cap mena de manteniment. Durant la fase de rodatge pot gotejar lleugerament. No obstant, cal supervisar-la de tant en tant per comprovar que no existeixi cap fuga d'importància.

En cas de buidat parcial o total de la instal·lació, cal buidar completament la bomba per evitar fenòmens de bloqueig.

Cal tenir cura de no malmetre la junta tòrica del cos de la bomba al realitzar les operacions de manteniment.

En cas de que sigui necessari canviar el tancament mecànic de la bomba, en primer lloc cal desconnectar-la de l'alimentació elèctrica i assegurar-se que ningú pugui tornar a connectar-la involuntàriament. Després es procedirà seguint els següents passos:

- Tancar les vàlvules de tall de davant i darrere de la bomba.
- Desembornar el motor (si el fil és tan curt que no permet el desmuntatge).

- Desenroscar els cargols de la brida del motor i extreure aquest últim.
- Treure el cargol i l'arandela dentada.
- Extreure el rodet de l'eix.
- Extreure el tancament mecànic amb la camisa de l'eix i la junta tòrica.
- Treure l'anell fix de la brida del motor i netejar la superfície del seient.
- Netejar amb cura la superfície de recolzament de l'eix. Si l'eix està malmès, cal canviar-lo.
- Introduir un nou anell fix amb el seu corresponent suport de goma nova, utilitzant sabó convencional com a lubricant.
- Posar una junta tòrica nova en la corresponent ranura de la nova camisa i fer córrer aquesta última amb el nou tancament mecànic sobre l'eix fins al topall. La camisa i el tancament mecànic estan premuntats i no s'han de separar.
- Tornar a muntar el rodet amb l'arandela dentada i el cargol.
- Tornar a introduir el conjunt motor-rodet a la carcassa de la bomba, col·locar una junta plana nova i apretar els cargols.

Els rodaments no requereixen manteniment, però en cas que aquests produeixin sorolls o vibracions anormals, caldrà substituir-los ja que marcarien desgast.

5.2.3. Manteniment del terra radiant

5.2.3.1. Posta en marxa

Abans d'abocar el morter sobre els tubs és necessari realitzar una prova d'estanquitat.

Prèviament a la prova d'estanquitat de les canonades i unions realitzades, amb els circuits aïllats amb les vàlvules de tall tancades, s'efectuarà la neteja de les conduccions generals amb aigua de xarxa tal i com es descriu a la ITE 06.2.1 del RITE. A continuació es realitzarà la prova de pressió, que resulta imprescindible, doncs és la única garantia per a l'instal·lador i l'usuari de que la instal·lació és absolutament estanca i de que no existiran problemes derivats de fugues en les canonades general i el terra. Les condicions de prova han de ser més dures que les de treball.

La ITE 06.4.1 exigeix provar les instal·lacions a una pressió en fred equivalent al menys a una vegada i mitja de la de treball, amb un mínim de 600 kPa. Acabada la inspecció de canonades generals i dels elements i vàlvules hidràuliques, s'obriran els circuits un a un, introduint l'aigua per una entrada del distribuïdor i, per evitar la formació de bombolles en l'interior del circuit, deixant sortir l'aire i l'aigua per una aixeta de buidat oberta per a conduir la sortida a una galleda per evitar inundar el terra. Un cop que no s'observin bombolles d'aire en el circuit, es tanca l'aixeta de buidat i es tanquen les dues vàlvules del circuit (detentor i d'usuari). Es torna a obrir l'aixeta de buidat del següent circuit i es procedeix al seu ompliment. Quan estiguin plens tots els circuits s'introduirà pressió a tota la instal·lació i es tornarà a inspeccionar. Es pot deixar la instal·lació a pressió de prova mentre es cobreixen els tubs de mescla de morter.

Abans de posar en marxa la instal·lació és necessari que hagin transcorregut al menys 4 setmanes des de l'aplicació del morter. Cal seguir els següents passos:

- Si els circuits hidràulics no estan nets, o es van netejar abans de la prova de pressió però es va tornar a treballar amb ells posteriorment, el primer que es farà serà un buidat i neteja de les canonades generals i del filtre de la bomba de circulació.
- Omplir la instal·lació fins a la pressió de funcionament (200 kPa). Un cop ple el circuit hidràulic general s'obriran les vàlvules dels distribuïdors que han de contenir l'aigua de la prova a pressió.
- Comprovar el perfecte purgat del circuit. Es realitza millor amb la bomba de circulació en funcionament. Si durant la purga automàtica o manual es perd pressió s'hauria de reposar.
- Posar en marxa la calefacció sense regulació de temperatura d'anada, fixant aquesta a 25°C, bé amb la centraleta de regulació. La instal·lació ha de funcionar en aquest règim uns 2 o 3 dies.
- Un cop engegada la instal·lació es farà un preajust dels detentors de regulació de cabal dels circuits. Per a tal fi s'obren tots completament i es regulen tots menys el de més pèrdues de càrrega (veure valors dels cabals a la memòria). Gràcies al visor de cabal es regularan els detentors.
- Transcorregut el període inicial es farà funcionar la instal·lació en règim de regulació i control normal, però augmentant la temperatura d'impulsió progressivament 5°C per dia.

5.2.3.2. Manteniment

El sistema de climatització de terra radiant en principi està lliure de manteniment i ha estat dissenyat per a funcionar durant molts anys. Existeixen, no obstant, alguns aspectes que es poden revisar:

- La pressió del sistema s'hauria de revisar de tant en tant. Si és necessari el sistema pot reomplir-se, com, per exemple, al començament de l'estació hivernal.
- Comprovar mitjançant els purgadors que el sistema hagi estat purgat de aire. Si existeix alguna bombolla d'aire de grans dimensions, la circulació es pot veure perjudicada.
- Si es necessita reomplir amb freqüència, verificar que no hi hagi pèrdues. Pot ser necessari prémer els acoblaments. Si la pressió no s'aconsegueix a pesar de tot això, s'haurà de realitzar una localització d'avaries i, si és necessari, trucar els experts per tal que revisin el sistema complet.

La següent llista de punts de comprovació té com a finalitat facilitar un procediment a seguir quan la instal·lació de climatització de terra radiant no funciona satisfactòriament:

- La instal·lació està marcada adequadament. Els circuits de canonades han d'estar marcats clarament i indicar a quina habitació donen servei per tal d'evitar que els circuits estiguin connectats de forma creuada al distribuïdor.

- La instal·lació ha estat emplenada i purgada adequadament. La presència d'aire als circuits de tubs és la causa més normal del mal funcionament del sistema.

5.2.4. Manteniment dels fan-coils

5.2.4.1. Posta en marxa

Els fan-coils no precisen de posta en marxa, ja que són elements força senzills. Simplement, abans de connectar-los, caldrà verificar que a través del bescanviador hi circula un cabal d'aigua adequat als paràmetres de disseny i que l'aparell funciona amb normalitat.

Aquestes simples verificacions s'hauran de realitzar cada vegada que es connecti a l'alimentació elèctrica.

5.2.4.2. Manteniment

És necessari mantenir netes certes parts dels fan-coils com les safates de condensació, els filtres d'aire, les reixetes d'impulsió i expulsió d'aire, etc. per tal d'obtenir un bon rendiment i funcionament de l'equip. En aquest sentit, es recomana canviar el filtre d'aire al menys un cop a l'any.

Caldrà purgar amb una certa periodicitat les bateries d'aigua per evitar que es formin bombolles d'aire que disminuïrien l'eficiència d'aquests.

Periòdicament caldrà verificar que el tub de condensats descarrega amb normalitat cap al desaigüe.

El funcionament dels fan-coils està previst únicament durant l'estiu.

5.2.5. Manteniment de la ventilació amb recuperació d'aire

5.2.5.1. Posta en marxa

L'empresa instal·ladora disposarà dels mitjans humans i materials necessaris per a efectuar les proves parcials i finals de la instal·lació.

Les proves parcials estaran precedides per una comprovació dels materials en el moment de la seva recepció en obra.

Una vegada que la instal·lació es trobi totalment acabada, d'acord amb les especificacions del projecte, i hagi estat ajustada i equilibrada conforme a l'indicat en UNE 100010, han de realitzar-se com a mínim les proves finals del conjunt de la instal·lació que s'indiquen a continuació, independentment d'aquelles altres que consideri necessàries el director d'obra.

La neteja interior de les xarxes de distribució d'aire s'efectuarà una vegada completat el muntatge de la xarxa i de la unitat de tractament d'aire, però abans de connectar les unitats terminals i muntar els elements d'acabat.

S'engegaran els ventiladors fins que l'aire a la sortida de les obertures sembli, a primera vista, no contenir pols.

Independentment dels controls de recepció i de les proves parcials realitzats durant l'execució, es comprovarà la correcta execució del muntatge i la neteja i cura en el bon acabat de la instal·lació.

Es realitzarà una comprovació del funcionament de cada motor elèctric i del seu consum d'energia en les condicions reals de treball, així com de tots els equips en els quals s'efectuï una transferència d'energia tèrmica, anotant les condicions de funcionament.

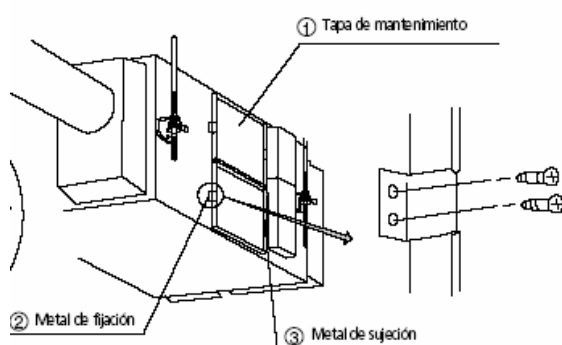
Les proves requereixen el taponament dels extrems de la xarxa, abans que estiguin instal·lades les unitats terminals. Els elements de taponament han d'instal·lar-se en el curs del muntatge, de tal manera que serveixin, al mateix temps, per a evitar l'entrada en la xarxa de materials estranys.

5.2.5.2. Manteniment

Cada 2 anys es té de fer les següents tasques de manteniment per personal qualificat:

0. No comprovi o netegi la unitat mentre estigui en funcionament. Es podrien provocar descàrregues elèctriques i és molt perillós tocar les parts giratòries. Asseguri's de posar l'interruptor de funcionament en OFF i de desconnectar l'alimentació elèctrica.
1. Accedir al sostre a través de la comporta d'inspecció: retirar les subjeccions metàl·liques de la tapa de manteniment i extreure-la.

VAM1500 - 2000FA



VAM1500 - 2000FA

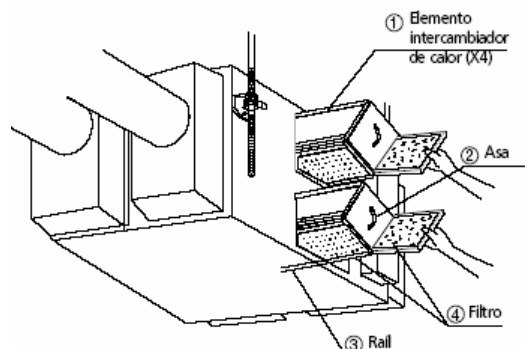


Figura 87. Tapa de manteniment de VAM1500 - 2000FA

2. Tirar dels filtres d'aire per a treure'ls.

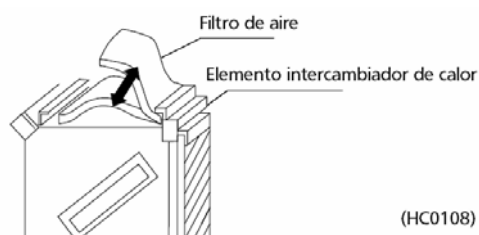


Figura 88. Filtre d'aire de VAM1500 - 2000FA

3. Per a netejar el filtre, fer-lo manualment o eliminar la pols amb un aspirador. Si està molt brut, utilitzar un detergent neutre.

4. Si s'ha rentat el filtre, eliminar completament l'aigua i deixar-lo assecar a l'ombra durant 20 a 30 minuts. Quan estigui totalment sec, torna a col·locar el filtre en el seu lloc.
5. (Dirigir la indicació "INSIDE" (interior) del filtre cap a l'element intercanviador d'aire.)
6. Col·locar la tapa de manteniment.

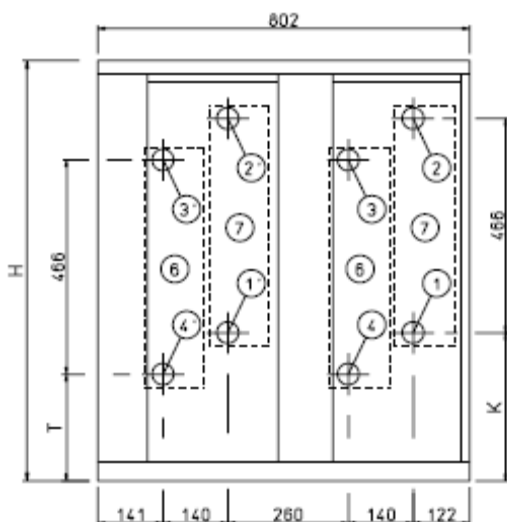
5.3. Fulls d'especificacions

5.3.1. Full d'especificacions de la bomba de calor aigua-aigua

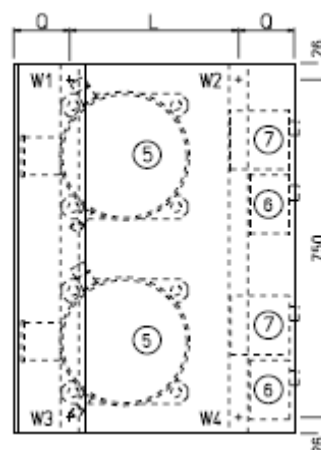
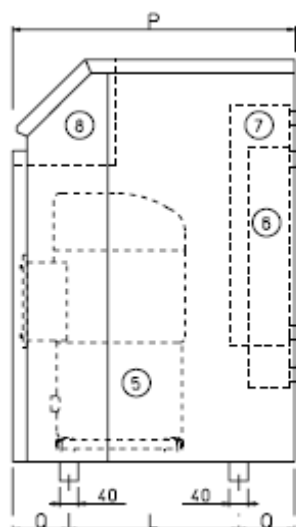
Projecte:		Nom: Bomba de calor aigua-aigua																												
		Codi: ---																												
Funció: proporcionar aigua calenta a l'hivern i freda a l'estiu per a les instal·lacions de climatització de les oficines																														
Marca comercial:			Model: WRHN 182																											
Dades tècniques:			Esquema/Imatge:																											
<div>Refrigeració</div> <table><tr><td>Potència frigorífica</td><td>49,6</td><td>kW</td></tr><tr><td>Potència ass. Compressors</td><td>12,2</td><td>kW</td></tr><tr><td>Cabal aigua (intercanviador intern)</td><td>2,36</td><td>l/s</td></tr><tr><td>Pèrdues de càrrega (intercanviador intern)</td><td>51,5</td><td>kPa</td></tr><tr><td>Cabal aigua (intercanviador extern)</td><td>2,12</td><td>l/s</td></tr><tr><td>Pèrdues de càrrega (intercanviador extern)</td><td>42,4</td><td>kPa</td></tr></table> <div>Calefacció</div> <table><tr><td>Potencia tèrmica</td><td>57,2</td><td>kW</td></tr><tr><td>Potència ass. Compressors</td><td>18,4</td><td>kW</td></tr></table> <div>Nivells Sonors</div> <table><tr><td>Nivell de Pressió Sonora</td><td>62</td><td>dB(A)</td></tr></table>			Potència frigorífica	49,6	kW	Potència ass. Compressors	12,2	kW	Cabal aigua (intercanviador intern)	2,36	l/s	Pèrdues de càrrega (intercanviador intern)	51,5	kPa	Cabal aigua (intercanviador extern)	2,12	l/s	Pèrdues de càrrega (intercanviador extern)	42,4	kPa	Potencia tèrmica	57,2	kW	Potència ass. Compressors	18,4	kW	Nivell de Pressió Sonora	62	dB(A)	
Potència frigorífica	49,6	kW																												
Potència ass. Compressors	12,2	kW																												
Cabal aigua (intercanviador intern)	2,36	l/s																												
Pèrdues de càrrega (intercanviador intern)	51,5	kPa																												
Cabal aigua (intercanviador extern)	2,12	l/s																												
Pèrdues de càrrega (intercanviador extern)	42,4	kPa																												
Potencia tèrmica	57,2	kW																												
Potència ass. Compressors	18,4	kW																												
Nivell de Pressió Sonora	62	dB(A)																												
Paràmetres de disseny:																														
<div>Refrigeració</div> <table><tr><td>Sortida de l'aigua del intercanviador extern</td><td>30</td><td>°C</td></tr><tr><td>Sortida de l'aigua del intercanviador intern</td><td>7</td><td>°C</td></tr><tr><td>% glicol intercanviador intern</td><td>0</td><td>%</td></tr><tr><td>Salt tèrmic intercanviador intern</td><td>5</td><td>°C</td></tr><tr><td>% glicol intercanviador extern</td><td>0</td><td>%</td></tr><tr><td>Salt tèrmic intercanviador extern</td><td>13</td><td>°C</td></tr></table> <div>Calefacció</div> <table><tr><td>Sortida aigua intercanviador interior</td><td>39</td><td>°C</td></tr><tr><td>Sortida d'aigua intercanviador exterior</td><td>7</td><td>°C</td></tr><tr><td>Salt tèrmic aigua</td><td>15</td><td>°C</td></tr></table>				Sortida de l'aigua del intercanviador extern	30	°C	Sortida de l'aigua del intercanviador intern	7	°C	% glicol intercanviador intern	0	%	Salt tèrmic intercanviador intern	5	°C	% glicol intercanviador extern	0	%	Salt tèrmic intercanviador extern	13	°C	Sortida aigua intercanviador interior	39	°C	Sortida d'aigua intercanviador exterior	7	°C	Salt tèrmic aigua	15	°C
Sortida de l'aigua del intercanviador extern	30	°C																												
Sortida de l'aigua del intercanviador intern	7	°C																												
% glicol intercanviador intern	0	%																												
Salt tèrmic intercanviador intern	5	°C																												
% glicol intercanviador extern	0	%																												
Salt tèrmic intercanviador extern	13	°C																												
Sortida aigua intercanviador interior	39	°C																												
Sortida d'aigua intercanviador exterior	7	°C																												
Salt tèrmic aigua	15	°C																												

Dimensions:

Longitud	802 mm
Profunditat	652 mm
Altura	915 mm



- (1) SALIDA AGUA EVAPORADOR
- (2) ENTRADA AGUA EVAPORADOR
- (3) ENTRADA AGUA CONDENSADOR
- (4) SALIDA DE AGUA DEL CONDENSADOR
- (5) COMPRESOR
- (6) CONDENSADOR = INTERCAMBIADOR CIRCUITO ALIMENTACIÓN
- (7) EVAPORADOR = INTERCAMBIADOR CIRCUITO UTILIZACIÓN
- (8) CUADRO ELÉCTRICO



5.3.2. Full d'especificacions de la bomba de circulació del terra radiant

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial "Camí dels Frares" de Lleida	Nom: Bomba de circulació del terra radiant	Data: 01-10-2007
	Codi: B1 – B2	

Funció: Impulsar el fluid cap al terra radiant

Marca comercial:



Model: Star-RS 25/4 ClassicStar 130

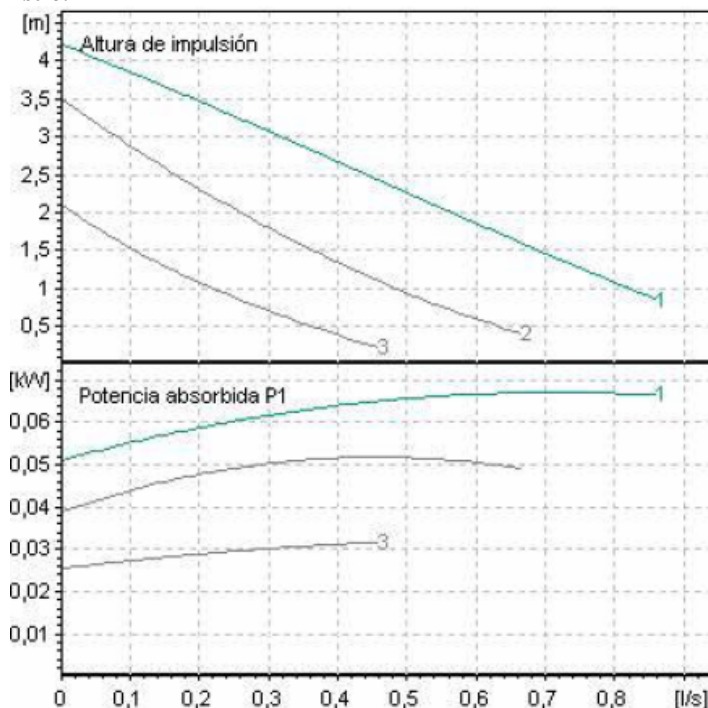
Dades tècniques:

Bomba centrífuga de rotor humit
Commutació manual de tres velocitats
Motor resistent al bloqueig
Pressió màxima de treball: 1.000 kPa
Potència màxima: 68 W
RPM màx: 2.000
Alimentació: 1~230 V/50Hz
Temperatura de treball: des de -10°C fins a 110°C
Connexions: 1"
Punt de funcionament: 1,6 mca i 0,30 L/s

Esquema/Imatge:

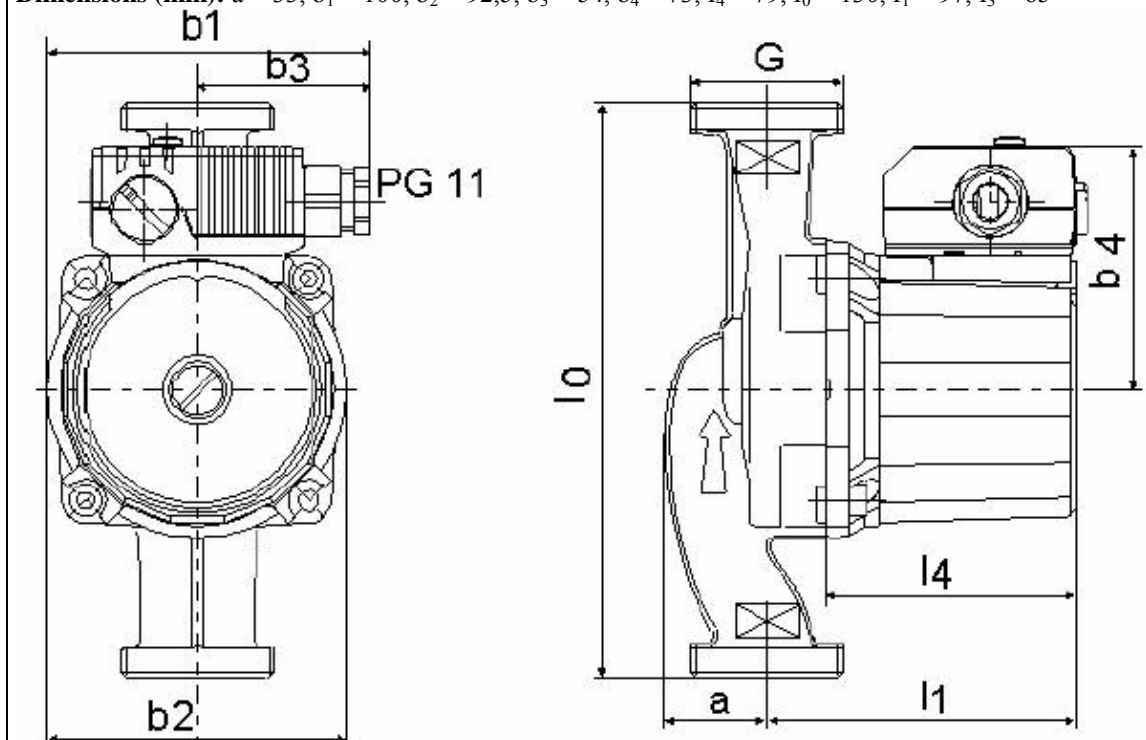


Diagrama característic:



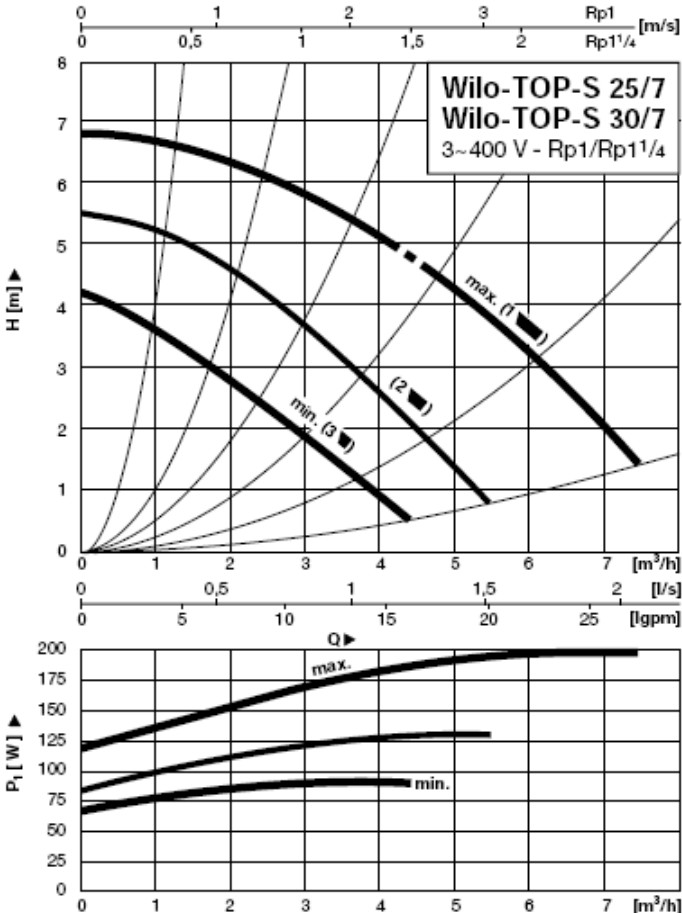


Materials de construcció: Carcassa: fosa gris, Rodet: polipropilè reforçat amb fibra de vidre, Eix: acer al crom, Coixinets: grafit.

Dimensions (mm): $a = 33$, $b_1 = 100$, $b_2 = 92,5$, $b_3 = 54$, $b_4 = 73$, $l_4 = 79$, $l_0 = 130$, $l_1 = 97$, $l_3 = 65$

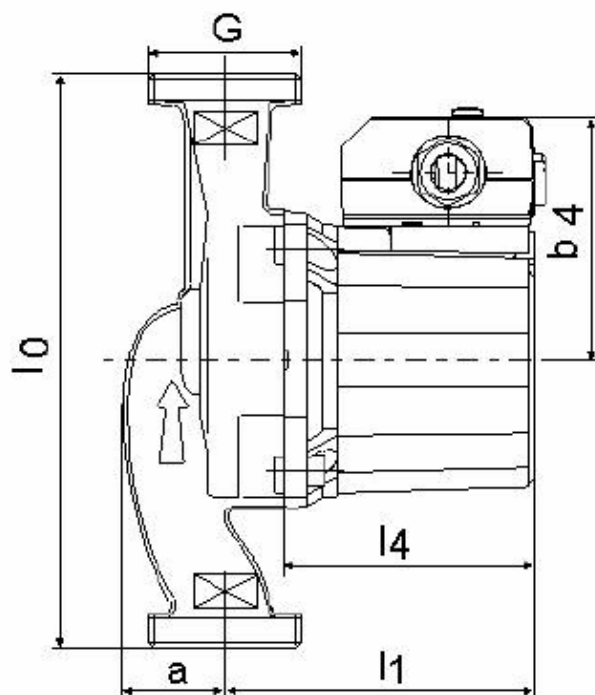
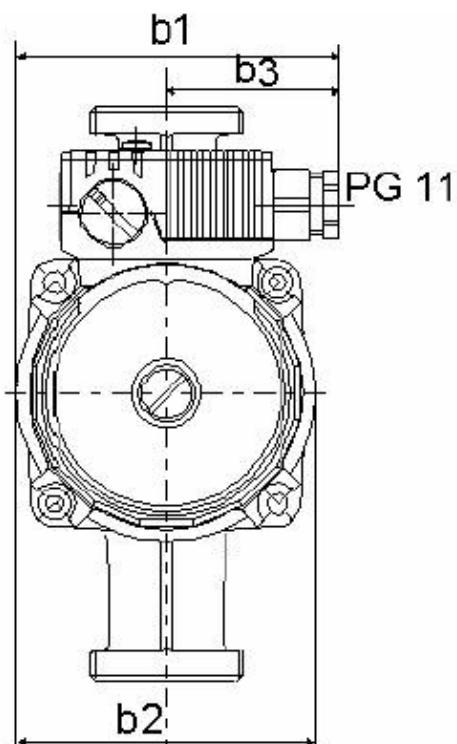


5.3.3. Full d'especificacions de la bomba de circulació de la instal·lació de fan-coils



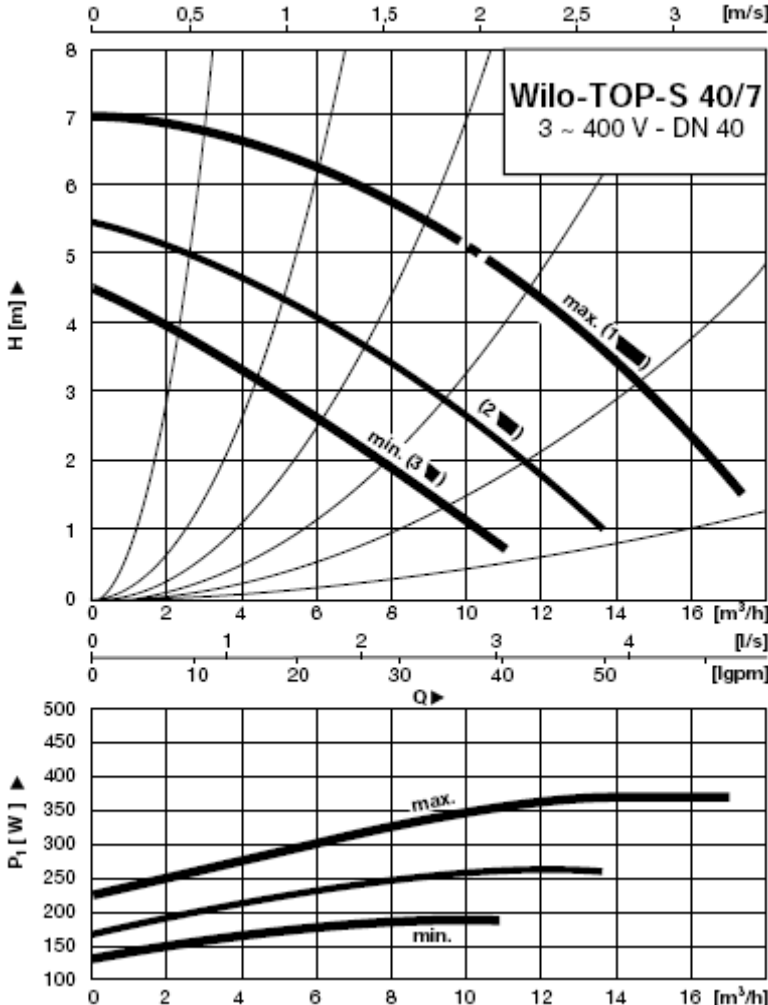
Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida	Nom: Bomba de circulació dels fancoils Codi: B3 – B4	Data: 01-10-2007
Funció: Impulsar el fluid cap al als fan-coils		
Marca comercial:		Model: Top-s 30/7
Dades tècniques: Bomba centrífuga de rotor humit Commutació manual de tres velocitats Motor resistent al bloqueig Pressió màxima de treball: 1.000 kPa Potència màxima: 200 w RPM màx: 2.850 Alimentació: 1~230 V/50Hz Temperatura de treball: des de -10°C fins a 110°C Connexions: 1 1/4” Punt de funcionament: 5 mca i 1,11 L/s		Esquema/Imatge: 
Diagrama característic: 		
Materials de construcció: Carcassa: fosa gris, Rodet: polipropilè reforçat amb fibra de vidre, Eix: acer al crom, Coixinets: grafit.		

Dimensiones - pesos

Wilo-TOP-S	DN	G	l ₀	a ₁	a ₂	l ₁	b ₁	b ₂	b ₃ ^{*)}	Bridas PN		Peso aprox. kg
		mm								6	10/16	PN 10
TOP-S 25/7	R1	R 1½	180	34	56	164	66	80	95	-	-	5,0
TOP-S 30/7	R1¼	R 2	180	34	64	171	66	88	95	-	-	5,0

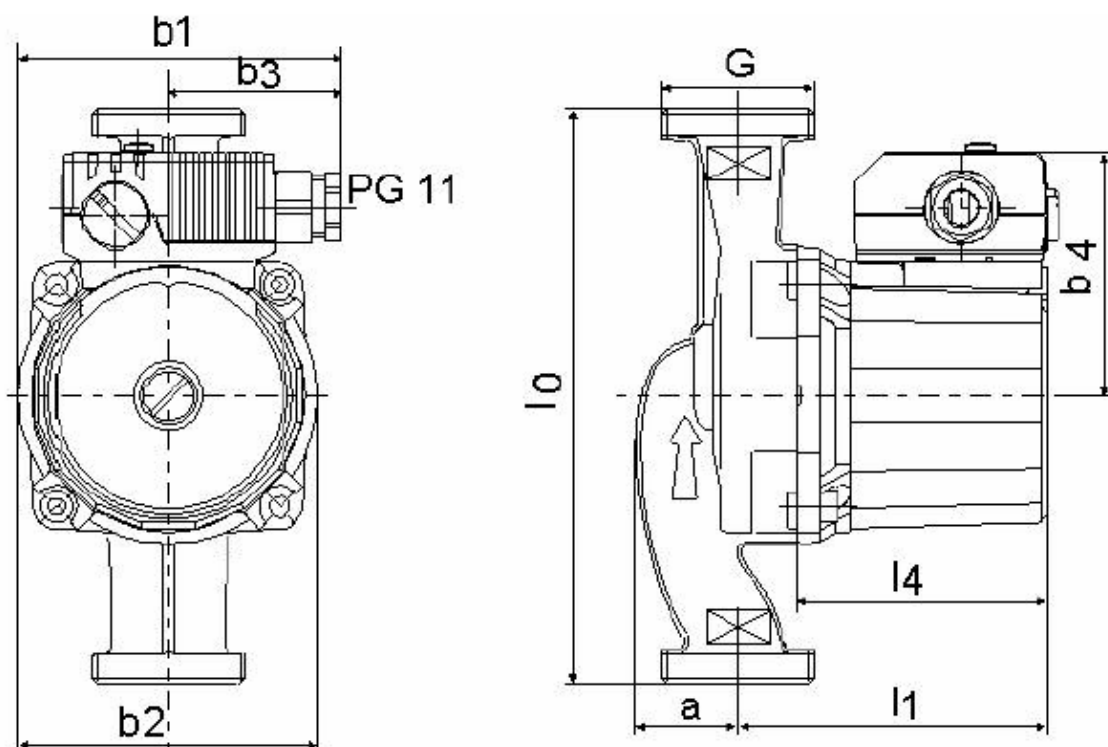


5.3.4. Full d'especificacions de la bomba de circulació dels pous



Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial "Camí dels Frares" de Lleida	Nom: Bomba de circulació dels fancoils Codi: B5	Data: 01-10-2007
Funció: Impulsar el fluid dels pous cap als circuits interior		
Marca comercial:		
Dades tècniques: Bomba centrífuga de rotor humit Commutació manual de tres velocitats Motor resistent al bloqueig Pressió màxima de treball: 1.000 kPa Potència màxima: 390w RPM màx: 2.850 Alimentació: 1~230 V/50Hz Temperatura de treball: des de -10°C fins a 110°C Connexions: 1 1/4" Punt de funcionament: 5 mca i 2,22 L/s		Model: Top-s 40/7 Esquema/Imatge: 
Diagrama característic:  <p>The graph displays the performance characteristics of the Wilo-Top-S 40/7 pump. The top section shows the head (H) in meters on the y-axis (0 to 8) against flow rate (Q) in m³/h on the bottom x-axis (0 to 16) and l/s on the top x-axis (0 to 16). Three curves are shown for different speeds: max. (1), (2), and min. (3). The bottom section shows the power (P) in Watts on the y-axis (100 to 500) against flow rate (Q) in m³/h on the x-axis (0 to 16). Two curves are shown for max. and min. speeds.</p>		
Materials de construcció: Carcassa: fosa gris, Rodet: polipropilè reforçat amb fibra de vidre, Eix: acer al crom, Coixinets: grafit.		

Dimensiones - pesos


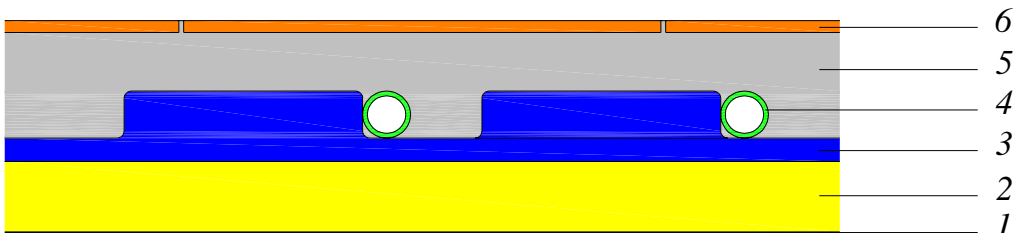
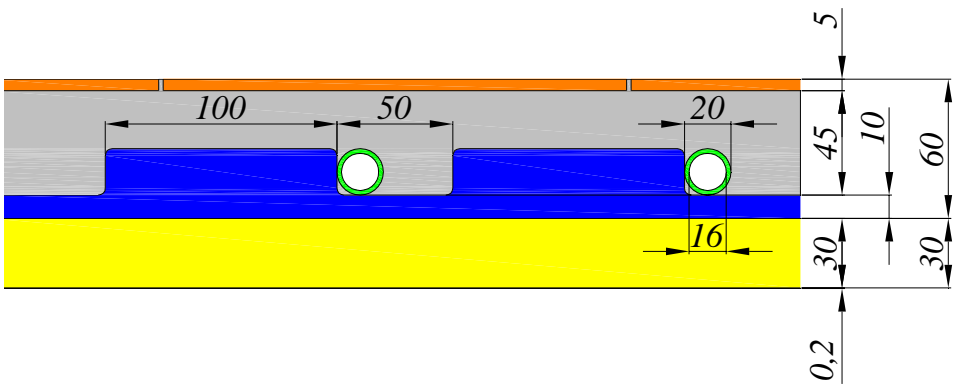
Wilo-TOP-S	DN	G	l ₀	a ₁	a ₂	l ₁	b ₁	b ₂	b ₃ ^{*)}	Bridas PN		Peso aprox. kg
		mm									6	10/16
	TOP-S 40/7	40	-	250	44	72	190	78	97	105	X	X




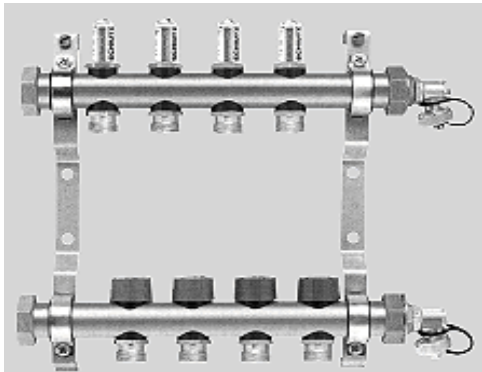
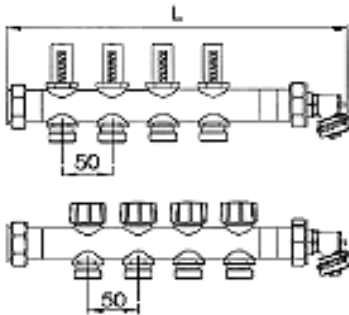
5.3.5. Full d'especificacions del vas d'expansió

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida	Nom: Vas d'expansió.	Data: 01-10-2007
	Codi: VE	
Funció: Absorbir les variacions de volum del fluid		
Marca comercial:	IBAIONDO, S.A.	Model: 35 CMF
Dades tècniques: Vas d'expansió tancat de membrana fixa Temperatura de funcionament: des de -10°C fins a 110°C Capacitat: 35 L Pressió màxima de treball: 300 kPa Pressió de precàrrega: 150 kPa Connexió hidràulica: 3/4” Gas contingut a la cambra: nitrogen Color pintura exterior: roig		Esquema/Imatge: 
Materials de construcció: Membrana: cautxú sintètic, Dipòsit: acer		
Dimensions: H = 317 mm, D = 448 mm 		


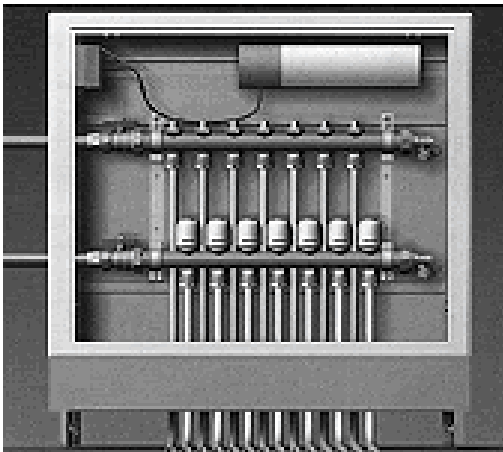
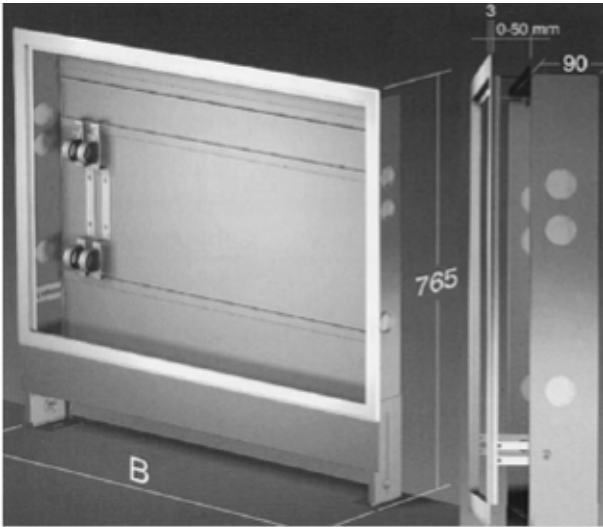
5.3.6. Full d'especificacions del terra radiant

Projecte: disseny d'unanau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial "Camí dels Frares" de Lleida	Nom: Terra radiant	Data: 01-10-2007
	Codi: ---	
Funció: proporcionar calor a les oficines per crear un ambient confortable per als seus usuaris.		
Marca comercial:		Model: -
Esquema/Imatge:		
		
Dades tècniques:		
<ol style="list-style-type: none">1. Film antivapor de 0,2 mm2. Planxa d'aïllament PE 20 SE WD (només a la planta baixa)3. Planxa de fixació Variant RA 5 104. Tub 16/20 Duo-flex PE Xa5. Morter amb additiu W-2006. Rajola 30x30 cm		
Materials de construcció: Film antivapor: polietilè, Planxa d'aïllament: poliestirè, Planxa de fixació: escuma de poliuretà, Tub: polietilè reticulat, Morter: ciment, àrids i additiu, Rajola: gres esmaltat.		
Dimensions (mm):		
		



5.3.7. Full d'especificacions dels col·lectors de terra radiant

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida	Nom: Distribuïdors de terra radiant.	Data: 01-10-2007																																	
	Codi: ---																																		
Funció: repartir l'aigua cap als diferents circuits de terra radiant segons el cabal que li correspongui a cadascun.																																			
Marca comercial:		Model: Uniquick Confort 90																																	
Dades tècniques: Femella-tap que permet connexió a dreta o esquerra indistintament Purgadors d'aire a cadascun dels dos extrems Indicador/regulador de cabal per a cada circuit amb visor 0,1 – 4 L/min	Esquema/Imatge: 																																		
Materials de construcció: Distribuïdor: llautó, Vàlvules: acer inoxidable																																			
Dimensions: <div><table><tr><td>2</td><td>Circuitos</td><td>L = 235 mm</td></tr><tr><td>3</td><td>Circuitos</td><td>L = 285 mm</td></tr><tr><td>4</td><td>Circuitos</td><td>L = 335 mm</td></tr><tr><td>5</td><td>Circuitos</td><td>L = 385 mm</td></tr><tr><td>6</td><td>Circuitos</td><td>L = 435 mm</td></tr><tr><td>7</td><td>Circuitos</td><td>L = 485 mm</td></tr><tr><td>8</td><td>Circuitos</td><td>L = 535 mm</td></tr><tr><td>9</td><td>Circuitos</td><td>L = 585 mm</td></tr><tr><td>10</td><td>Circuitos</td><td>L = 635 mm</td></tr><tr><td>11</td><td>Circuitos</td><td>L = 685 mm</td></tr><tr><td>12</td><td>Circuitos</td><td>L = 735 mm</td></tr></table></div>			2	Circuitos	L = 235 mm	3	Circuitos	L = 285 mm	4	Circuitos	L = 335 mm	5	Circuitos	L = 385 mm	6	Circuitos	L = 435 mm	7	Circuitos	L = 485 mm	8	Circuitos	L = 535 mm	9	Circuitos	L = 585 mm	10	Circuitos	L = 635 mm	11	Circuitos	L = 685 mm	12	Circuitos	L = 735 mm
2	Circuitos	L = 235 mm																																	
3	Circuitos	L = 285 mm																																	
4	Circuitos	L = 335 mm																																	
5	Circuitos	L = 385 mm																																	
6	Circuitos	L = 435 mm																																	
7	Circuitos	L = 485 mm																																	
8	Circuitos	L = 535 mm																																	
9	Circuitos	L = 585 mm																																	
10	Circuitos	L = 635 mm																																	
11	Circuitos	L = 685 mm																																	
12	Circuitos	L = 735 mm																																	


5.3.8. Full d'especificacions dels armaris dels col·lectors de terra radiant.

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida	Nom: Armaris dels distribuïdors de terra radiant	Data: 01-10-2007
	Codi: ---	
Funció: allotjar els distribuïdors de terra radiant per permetre l'accés per part dels usuaris a través d'una tapa.		
Marca comercial:		Model: UP-90
Dades tècniques: Armaris per a encastar a la paret Parets laterals amb 3 orificis cada un de diàmetre 40 mm Paret posterior amb cantell inferior de reforç Potes amb altura regulable Inclou 2 suports per a col·lectors Tapa frontal amb pany	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Xapa: acer galvanitzat ELo		
Dimensions (mm): B (Model UP 90-1) = 670, B (Model UP 90-2) = 870		
		



5.3.9. Full d'especificacions del ciment per al paviment de terra radiant

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida	Nom: Ciment per al paviment de terra radiant	Data: 01-10-2007
	Codi: ---	
Funció: barrejat amb aigua, àrids i additius proporciona resistència mecànica al paviment de terra radiant.		
Marca comercial:		Model: Portland CEM II/B-L 32,5R
Dades tècniques: Superfície específica Blaine: 4.000-4.400 cm ² /g Expensió màxima Le Chatelier: 10 mm Inici enduriment: 75 min Resistència a compressió: 2 dies: 10 MPa 28 dies: 32,5-52,5 MPa Ciment molt plàstic, amb baix risc de fissuració Adequat per obres de paleta Expedició: sacs de 35 kg	Esquema/Imatge: 	
Composició: Clínquer: 65-79%, Component minoritari addicional: 0-5%, Fíler calcari: 21-35%, Triòxid de sofre: 0-3,5%, Clorurs: 0-0,1%		



5.3.10. Full d'especificacions del fan-coil

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida				Nom: Fan-coil	Data: 01-10-2007
				Codi: FC-	
Funció: proporcionar aire fred a l'estiu per condicionar tèrmicament les oficines					
Marca comercial: ROCA YORK, S.A.				Models: YHK 20-2, 25-2, 95-2	
MODEL	YHK 20-2	YHK 25-2	YHK 95-2	Esquema/Imatge: 	
Unitats	19 unitats	1 unitat	2 unitats		
Capacitat frigorífica	2,0 kW	2,7 kW	9,5 kW		
Capacitat calorífica	2,6 kW	3,4 kW	11,7 kW		
Cabal d'aire	610 m³/h	520 m³/h	1.500 m³/h		
Cabal aigua	340 l/h	461 l/h	1.636 l/h		
Pèrdua de càrrega en fred	10,0 kPa	9,7 kPa	26,9 kPa		
Pèrdua de càrrega en calor	9,0 kPa	8,2 kPa	23,0 kPa		
Materials de construcció: Carrosseria: plàstic, Bescanviador: coure/alumini, Canonades: coure, Recipient de recuperació de condensats: poliestirè expandit, Filtre d'aire: polipropilè					
Dimensions: YHK 20-2 i YHK 25-2: 275x575x575 - YHK 95-2: 303x575x575					

5.3.11. Full d'especificacions de les canonades de coure

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida		Nom: Canonades de coure	Data: 01-10-2007	
		Codi: ---		
Funció: conduir els diferents fluids de la instal·lació.				
Marca comercial: <div></div>		Model: 1”, 1-1/4” i 1-1/2”		
Dades tècniques: Canonades de coure de tipus M Presentades en barres rígides de 5 m Instal·lació: soldadura d’estany		Esquema/Imatge: <div></div>		
Materials de construcció: Canonades: Coure				
Dimensions:				
	Diàmetre nominal (")	Diàmetre exterior (mm)	Diàmetre interior (mm)	Espessor paret (mm)
	3/8	12,70	11,43	0,64
	1/2	15,88	14,45	0,71
	3/4	22,23	20,60	0,81
	1	28,58	26,80	0,89
	1-1/4	34,93	32,79	1,07
	1-1/2	41,28	38,79	1,24
	2	53,98	51,03	1,47



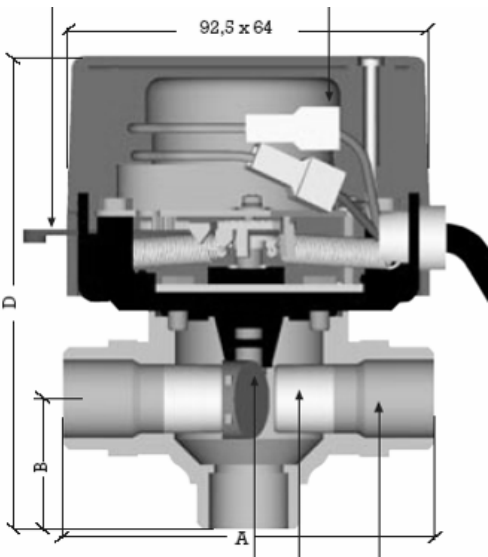
5.3.12. Full d'especificacions de l'aïllament de canonades

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida		Nom: Aïllament de canonades	Data: 01-10-2007
		Codi: ---	
Funció: aïllar tèrmicament les canonades de la instal·lació, tant els fluids calents com els freds.			
Marca comercial:			Model: -
Dades tècniques: Temperatura d'utilització: de -45°C a 105°C Coeficient de conductivitat tèrmica: A 0°C: 0,034 W/m·°C A 10°C: 0,036 W/m·°C A 40°C: 0,039 W/m·°C Factor de resistència a la difusió del vapor d'aigua: μ 5.000 Resistència al foc classe 1: M1-23727 / UNE Resistència a l'ozó: excel·lent Resistència als fongs: excel·lent Resistència als agents atmosfèrics: excel·lent Olor: neutra			Esquema/Imatge: 
Materials de construcció: Aïllament: elastòmer extruït de cèl·lula tancada nitril-PVC			
Dimensions:			
Tipus	Diàmetre interior	Espessor (mm)	Espessor total (mm)
28x19	1”	19	19
35x19	1-1/4”	19	19
42x19	1-1/2”	19	19
70x13	1” + 28x19	13	32
76x13	1-1/4” + 35x19	13	32
89x13	1-1/2” + 42x19	13	32
89x19	1-1/2” + 42x19	19	48

5.3.13. Full d'especificacions de les electrovàlvules de 3 vies

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida	Nom: Electrovàlvules de 3 vies Codi: ---	Data: 01-10-2007
Funció: deixar circular o no el fluid caloportador cap als bescanviadors de calor dels dipòsits, segons les ordres que arribin des de la centraleta de regulació solar.		
Marca comercial:		Model: 3V 1”
Dades tècniques: Vàlvula motoritzada desviadora tot-res Motor d’histèresi 230 V 50 Hz Consum: 6 W Temperatura de treball: de 5°C a 88°C Temperatura ambient màxima: 50°C Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa Temps d’obertura màxim: 12 s Temps de tancament màxim: 5 s Sense tensió, l’obturador retorna per sí sol a la posició de partida Longitud del cable: 60 cm Estanquitat garantida mitjançant 3 juntes tòriques Connexions: 1”	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Cos: llautó estampat, Juntes: EDPM, Èmbol d’obturació: etilè-propilè		
Dimensions (mm): A = 94,5, B = 33,5, D = 120,5		
		


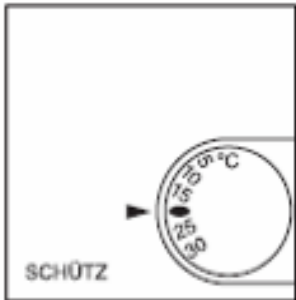
5.3.14. Full d'especificacions de les electrovàlvules de 2 vies

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial "Camí dels Frares" de Lleida	Nom: Electrovàlvules de 2 vies Codi: ---	Data: 01-10-2007
Funció: deixar circular o no l'aigua del circuit de climatització cap als circuits de terra radiant i els fan-coils, segons les ordres que arribin des de les respectives centraletes de regulació de cada distribuïdor.		
Marca comercial:		Model: 2V 1"
Dades tècniques: Vàlvula motoritzada desviadora tot-res Motor d'histèresi 230 V 50 Hz Consum: 6 W Temperatura de treball: de 5°C a 88°C Temperatura ambient màxima: 50°C Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa Temps d'obertura màxim: 12 s Temps de tancament màxim: 5 s Sense tensió, l'obturador retorna per sí sol a la posició de partida Longitud del cable: 60 cm Estanquitat garantida mitjançant 3 juntes tòriques Connexions: 1"	Esquema/Imatge:	
Materials de construcció: Cos: llautó estampat, Juntes: EDPM, Èmbol d'obturació: etilè-propilè		
Dimensions (mm): A = 94,5, B = 21, D = 108 		


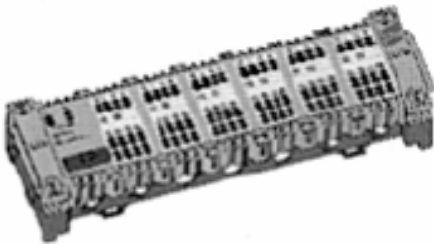
5.3.15. Full d'especificacions del capçal electrotèrmic

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial "Camí dels Frares" de Lleida	Nom: capçal electrotèrmic	Data: 01-10-2007
	Codi: ---	
Funció: deixar circular o no l'aigua del circuit de climatització cap als circuits de terra radiant, segons les ordres que arribin des de les respectives centraletes de regulació de cada distribuïdor. Va col·locat en el col·lector del terra radiant.		
Marca comercial:		Model: R478
Dades tècniques: Cables: 2x0,75mm2 ; long. 60cm Temps obertura/tancament a 25°C: ≈ 2 min per 230V; ≈ 3 min per a 24V. Potència absorbida: 3,5W per a 230V; 3W per a 24V		Esquema/Imatge: 
Materials de construcció: Cos: llautó estampat, èmbol d'obturació: etilè-propilè		
Dimensions: 		



5.3.16. Full d'especificacions dels termòstats analògics

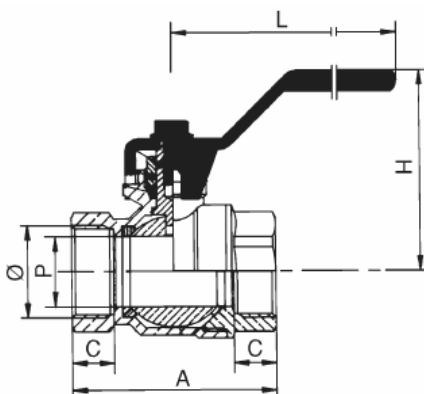
Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Cami dels Frares” de Lleida	Nom: Termòstats analògics per a terra radiant	Data: 01-10-2007
	Codi: ---	
Funció: mantenir la temperatura ambient de la vivenda segons la voluntat dels usuaris.		
Marca comercial:		Model: Varimatic
Dades tècniques: Temperatura regulable des de 5°C fins a 30°C Alimentació: 1~230 V Protecció: IP 30	Esquema/Imatge: 	
Dimensions (mm): Alçada: 75, Llargada: 75, Amplada: 26		

5.3.17. Full d'especificacions de les centraletes de regulació


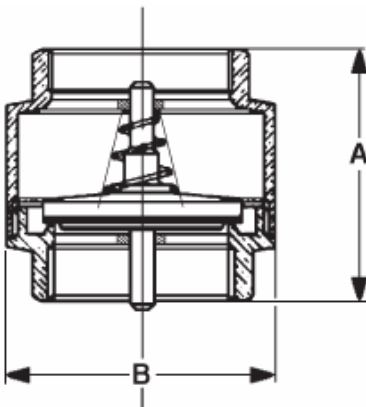
Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida	Nom: Centraletes de regulació	Data: 01-10-2007
	Codi: CR	
Funció: regular el funcionament del terra radiant i dels fan-coils segons la informació que proporcionen els termòstats de temperatura ambient i les sondes anti-condensació.		
Marca comercial:		Model: Varimatic
Dades tècniques: Bases elèctriques de connexió entre els termòstats ambient i les electrovàlvules Alimentació: 1~230 V Protecció: IP 30	Esquema/Imatge: 	
Dimensions: Alçada: 75, Llargada: 238, Amplada: 70		

5.3.18. Full d'especificacions de les vàlvules de bola

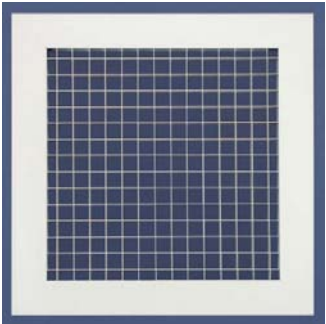
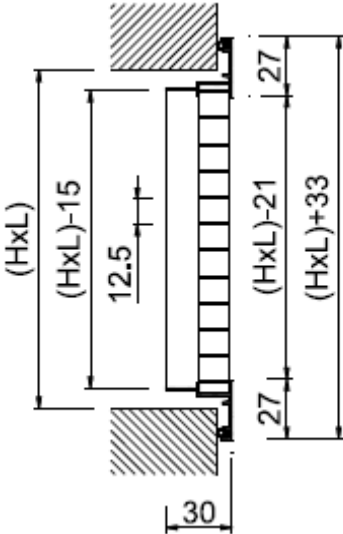
Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida		Nom: Vàlvules de bola	Data: 01-10-2007			
		Codi: ---				
Funció: interrompre manualment el pas dels fluids en determinats punts dels circuits.						
Marca comercial:			Model: 1”, 1-1/4” i 1-1/2”			
Dades tècniques: Temperatura de treball del fluid: de 0°C a 150°C Temperatura de ambient de treball: de -10°C a 150°C Pressió màxima de servei: 2.500 kPa		Esquema/Imatge: 				
Materials de construcció: Cos: llautó cromat, Bola: llautó cromat, Seients: tefló (PTFE), Premsaestopa: llautó, Junta premsaestopa: tefló, Palanca: acer cromat, Revestiment palanca: PVC roig						
Dimensions:						
DIMENSIONES (mm) Y PESO (gr)						
Ø	A	C	H	L	P	Peso
1/4"	39	9	41	80	10	110
3/8"	39	9	41	80	10	120
1/2"	49	11,5	53	90	15	225
3/4"	58	12	57	90	20	305
1"	67	14,5	65	125	25	510
1-1/4"	81	16	71	125	32	810
1-1/2"	94	17	79	140	40	1.250
2"	110	19	87	140	50	1.800
2-1/2"	141	25	117	200	65	3.450
3"	163	27	132	280	80	5.380
4"	188	31	144	280	100	8.600




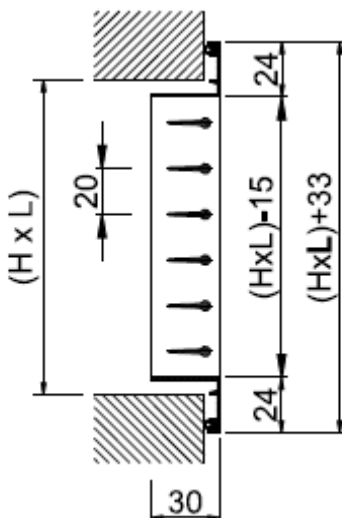
5.3.19. Full d'especificacions de les vàlvules de retenció

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida	Nom: Vàlvules de retenció	Data: 01-10-2007																																			
	Codi: ---																																				
Funció: garantir el sentit del flux del fluid circulant pels circuits hidràulics.																																					
Marca comercial:	YORK	Model: 1-1/4” i 1-1/2”																																			
Dades tècniques: Temperatura de treball: de 0°C a 90°C Pressió màxima: veure taula Posició de treball: qualsevol	Esquema/Imatge: 																																				
Materials de construcció: Cos: llautó estampat, Èmbol: nylon 6.6.,																																					
Dimensions: 																																					
<table><tr><td>Rosca</td><td>3/8"</td><td>1/2"</td><td>3/4"</td><td>1"</td><td>1-1/4"</td><td>1-1/2"</td></tr><tr><td>A (mm)</td><td>44</td><td>46</td><td>52</td><td>56</td><td>64</td><td>73</td></tr><tr><td>B (mm)</td><td>34</td><td>34</td><td>42</td><td>47</td><td>59</td><td>71</td></tr><tr><td>Presión máxima (Kg/cm²)</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>10</td><td>10</td></tr><tr><td>Embalaje (uds./caja)</td><td>10</td><td>10</td><td>8</td><td>8</td><td>6</td><td>4</td></tr></table>	Rosca	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	A (mm)	44	46	52	56	64	73	B (mm)	34	34	42	47	59	71	Presión máxima (Kg/cm²)	12	12	12	12	10	10	Embalaje (uds./caja)	10	10	8	8	6	4		
Rosca	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"																															
A (mm)	44	46	52	56	64	73																															
B (mm)	34	34	42	47	59	71																															
Presión máxima (Kg/cm²)	12	12	12	12	10	10																															
Embalaje (uds./caja)	10	10	8	8	6	4																															


5.3.20. Full d'especificacions de les reixes de retorn

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida	Nom: reixes retorn	Data: 01-10-2007
	Codi: ---	
Funció: retornar l'aire cap a la intercanviador entàlpic.		
Marca comercial:	MADEL®	Model: RMT
Dades tècniques: Reixes amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat..		Esquema/Imatge: 
Materials de construcció: aluminí		
Dimensions: Des de 100x100 mm fins a 600x600mm		
		

5.3.21. Full d'especificacions de les reixes d'impulsió

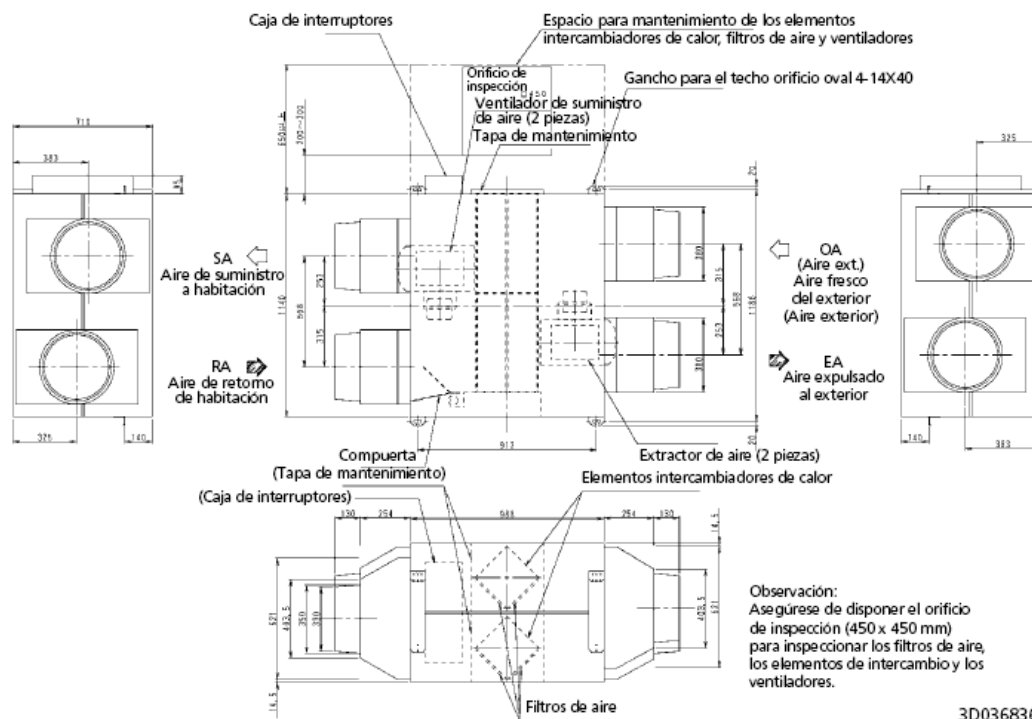
Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida	Nom: reixes impulsió	Data: 01-10-2007
	Codi: ---	
Funció: Enviar l’aire cap a les oficines.		
Marca comercial:	MADEL®	Model: AMT
Dades tècniques: Reixes amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat..		Esquema/Imatge: 
Materials de construcció: alumini		
Dimensions: Des de 100x100 mm fins a 600x600mm		
		

5.3.22. Full d'especificacions dels conductes


Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial "Camí dels Frares" de Lleida	Nom: conductes ventilació Codi: ---	Data: 01-10-2007
Funció: enviar l'aire de la ventilació cap a les oficines i retornar-lo al bescanviador entàlpic		
Marca comercial:	ISOVER	Model:
Dades tècniques: El conducte es forma amb llana de vidre UNE-EN 13162 de gruix 25 mm, resistència tèrmica $\geq 0,75 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$, amb recobriments exterior de paper kraft alumini reforçat i recobriments interior de vel de vidre i paper kraft d'alumini perforat, muntat encastat en el cel ras.		Esquema/Imatge: 
Materials de construcció: llana de vidre i paper kraft d'alumini		
Dimensions: es construeix a mida depenen dels càlculs.		

Dimensions: VAM1500FA: 710x1498x852 mm - VAM2000FA: 710x1498x1140 mm

VAM2000FA




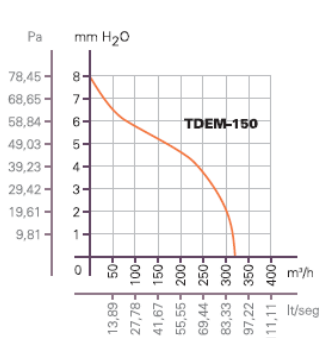
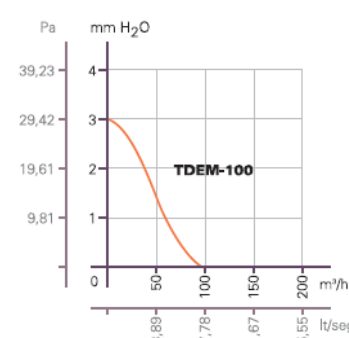

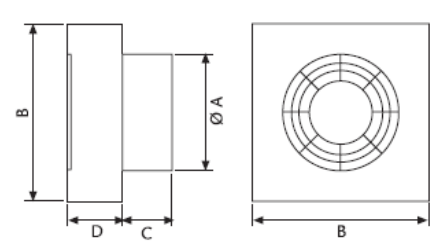
5.3.24. Full d'especificacions de la canonada del col·lector geotèrmic

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida	Nom: canonada col·lector geotèrmic	Data: 01-10-2007
	Codi: ---	
Funció: captar la diferencia tèrmica entre la superfície i els pous		
Marca comercial:	MUOVITECH	Model: PEM 40x2'0 PN10 SDR17
Dades tècniques: En els pous aniran col·locats uns col·lectors d'energia PEM 40X2,0 PN10 SDR 17 que faran la funció d'intercanviador de calor.		Esquema/Imatge: 
Materials de construcció: polietilè		
Dimensions: diàmetre extern 40 mm i diàmetre intern 36 mm		

5.3.25. Full d'especificacions del col·lector geotèrmic

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida	Nom: col·lector geotèrmic	Data: 01-10-2007
	Codi: ---	
Funció: unir les canonades procedents del pous		
Marca comercial:	MUOVITECH	Model: col·lector 1080
Dades tècniques: Arqueta de polietilè unificadora de diàmetre DN1000 amb possibilitat de connectar fins a 20 canonades		Esquema/Imatge: 
Materials de construcció: Arqueta: polietilè i Valvuleria de llautó		
Dimensions: DN1000		

5.3.26. Full d'especificacions del extractor de bany

Projecte: disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial “Camí dels Frares” de Lleida		Nom: col·lector geotèrmic	Data: 01-10-2007																																				
		Codi: ---																																					
Funció: extreure l'aire dels vestuaris i lavabos																																							
Marca comercial:			Model: TDEM																																				
Dades tècniques:			Esquema/Imatge:																																				
<table><tr><th colspan="7">230v. 50 Hz</th></tr><tr><th>Modelo</th><th>r/min</th><th>w</th><th>m³/h</th><th>mmH₂O</th><th>db(A)</th><th>Kg</th></tr><tr><td>TDEM-100</td><td>2500</td><td>15</td><td>98</td><td>3</td><td>41</td><td>0,60</td></tr><tr><td>TDEM-120</td><td>2450</td><td>20</td><td>190</td><td>5</td><td>42</td><td>0,85</td></tr><tr><td>TDEM-150</td><td>2100</td><td>25</td><td>320</td><td>8</td><td>43</td><td>0,95</td></tr></table> <div></div>				230v. 50 Hz							Modelo	r/min	w	m³/h	mmH₂O	db(A)	Kg	TDEM-100	2500	15	98	3	41	0,60	TDEM-120	2450	20	190	5	42	0,85	TDEM-150	2100	25	320	8	43	0,95	
230v. 50 Hz																																							
Modelo	r/min	w	m³/h	mmH₂O	db(A)	Kg																																	
TDEM-100	2500	15	98	3	41	0,60																																	
TDEM-120	2450	20	190	5	42	0,85																																	
TDEM-150	2100	25	320	8	43	0,95																																	
Materials de construcció: acer pintat en blanc.																																							
Dimensions:																																							
<table><tr><th>Modelo</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D (BASIC)</th><th>D (AUTO)</th></tr><tr><td>TDEM-100</td><td>98</td><td>150</td><td>42</td><td>35</td><td>47</td></tr><tr><td>TDEM-120</td><td>118</td><td>180</td><td>45</td><td>44</td><td>56</td></tr><tr><td>TDEM-150</td><td>148</td><td>209</td><td>60</td><td>45</td><td>58</td></tr></table> <div></div>				Modelo	A	B	C	D (BASIC)	D (AUTO)	TDEM-100	98	150	42	35	47	TDEM-120	118	180	45	44	56	TDEM-150	148	209	60	45	58												
Modelo	A	B	C	D (BASIC)	D (AUTO)																																		
TDEM-100	98	150	42	35	47																																		
TDEM-120	118	180	45	44	56																																		
TDEM-150	148	209	60	45	58																																		



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

6. Estat d'amidaments



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*



Escola Politècnica
Superior

Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida

Carina Santiago Gallego



Universitat de
Lleida

ÍNDEX DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS

6. ESTAT D'AMIDAMENTS 301

INDEX DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS	303
6.1. AMIDAMENTS PARTIDA Nº 1: INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA	305
6.2. AMIDAMENTS PARTIDA Nº 2: INSTAL·LACIÓ DE TERRA RADIANT	306
6.3. AMIDAMENTS PARTIDA Nº 3: INSTAL·LACIÓ DE REFRIGERACIÓ	308
6.4. AMIDAMENTS PARTIDA Nº 4: INSTAL·LACIÓ DE RENOVACIÓ D'AIRE	309



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

6.1. Amidaments partida nº 1: instal·lació geotèrmica

Comentari	Uts.	Llarg.	Ampl.	Alçada	Subtotal	Total
1.1 EEH711B0	u	Bomba de calor per a la producció d'aigua amb condensació per aigua, de 47,5 kW de potència frigorífica i 58,1 kW de potència tèrmica. Enfriadora d'aigua condensada per aigua de compressors hermètics de la sèrie WRH, refrigerant R-407, amb carcassa d'acer, col·locada				
				Total u		1,000
1.2 EEAA0101	u	Vas d'expansió per a calefacció de 35 litres i 3bar				
				Total u		1,000
1.3 EEAA0102	u	Valvuleria, vàlvules motoritzades, vasos d'expansió i accessoris				
				Total u		1,000
1.4 EEAA0103	u	Tuberies i aïllaments				
				Total u		1,000
1.5 EEAA0104	u	Material elèctric				
				Total u		1,000
1.6 EEAA0105	u	Perforació de pou de 100 metres i col·locació de sonda				
				Total u		8,000
1.7 ENL19126	u	Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo Top 40/7, muntada entre tubs				
				Total u		1,000

6.2. Amidaments partida nº 2: instal·lació de terra radiant

Comentari		Uts.	Llarg.	Ampl.	Alçada	Subtotal	Total
2.1 EFB43357	m	Tub de polietilè reticulat (PE-R) de 16 mm de diàmetre nominal exterior, serie 5 segons norma UNE 53-381, connectat a pressió, amb grau de dificultat mitjà i col.locat encastat					
						Total m	450,000
2.2 EFB45357	m	Tub de polietilè reticulat (PE-R) de 20 mm de diàmetre nominal exterior, serie 5 segons norma UNE 53-381, connectat a pressió, amb grau de dificultat mitjà i col.locat encastat					
						Total m	2.050,000
2.3 EE911246	u	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 2 sortides per a tub de 20 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat					
						Total u	2,000
2.4 EE020104	u	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 3 sortides per a tub de 20 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat					
						Total u	1,000
2.5 EE020105	u	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 7 sortides per a tub de 16 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat					
						Total u	2,000
2.6 EE020106	u	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 8 sortides per a tub de 16 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat					
						Total u	2,000
2.7 EE020107	u	Caixa metàl·lica per a col·lectors de 2 a 4 unitats, de tamany 550x130x500 mm, col.locada					
						Total u	3,000
2.8 EE020108	u	Caixa metàl·lica per a col·lectors de 5 a 7 unitats, de tamany 550x130x700 mm, col.locada					
						Total u	2,000
2.9 EE020109	u	Caixa metàl·lica per a col·lectors de 8 a 12 unitats, de tamany 550x130x1.000 mm, col.locada					
						Total u	2,000
2.10 EE020103	m²	Film de polietilè					
		Planta baixa	280,85			280,850	
		Planta primera	223,8			223,800	
						Total m²	504,650
2.11 EE020101	m	Balda perimetral d'aïllament de polietilè extruït, molt flexible, que es situa entre la planxa d'aïllament i l'envà d'obra.					
		Planta baixa	255,67			255,670	
		Planta primera	278,86			278,860	
						Total m	534,530

Comentari	Uts.	Llarg.	Ampl.	Alçada	Subtotal	Total
2.12 EE020102 m ²	Planxa d'aïllament moldejada d'alta qualitat, dissenyada per agafar les tuberies de 1450x850x33. Consta de uns tetons en els que s'inserta la tuberia amb facilitat. Els tetons de la planxa permeten la instal·lació amb 10, 15, 20, 30 i 40 cm de separació entre tubs. El disseny de les planxes facilita l'acoplament encadellat entre elles.					
Planta baixa	280,85				280,850	
Planta primera	223,8				223,800	
					Total m ²	504,650
2.13 E93A13D0 m ²	Recrescuda del suport de paviments, de 3 cm de gruix, amb morter de ciment 1:6 i additiu, elaborat a l'obra amb formigonera de 165 l					
Planta baixa	280,85				280,850	
Planta primera	223,8				223,800	
					Total m ²	504,650
2.14 ENL15126 u	Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo-Star-RS 25/4, muntada entre tubs					
					Total u	2,000
2.15 EE020201 u	Termòstat d'ambient per a calefacció amb regulació de 5 a 30°C, de doble contacte a 230 V i 10 A, de preu mitjà, per a muntar superficialment					
					Total u	19,000
2.16 EE020202 u	Capçal electrotèrmic					
					Total u	22,000
2.17 EE020203 u	Electrovàlvula 2 vies. Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histeresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa					
					Total u	3,000
2.18 EE020206 u	Electrovàlvula 2 vies 3/8". Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histeresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa					
					Total u	22,000
2.19 EE020204 u	Electrovàlvula 3 vies Ø 1". Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histeresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa					
					Total u	2,000
2.20 EE020205 u	Centraletes de regulació. Bases elèctriques de connexió entre els termòstats ambient i les electrovàlvules. Alimentació: 1-230 V. Protecció: IP 30					
					Total u	4,000

6.3. Amidaments partida nº 3: instal·lació de refrigeració

Comentari		Uts.	Llarg.	Ampl.	Alçada	Subtotal	Total
3.1 EEJ61111	u	Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 2,0 kW de potència frigorífica màxima i 2,6 kW de potència calorífica màxima, de 57 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat					
Total u							19,000
3.2 EEJ61121	u	Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 2,7 kW de potència frigorífica màxima i 3,4 kW de potència calorífica màxima, de 44 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat					
Total u							1,000
3.3 EEJ61151	u	Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 9,5 kW de potència frigorífica màxima i 11,7 kW de potència calorífica màxima, de 120 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat					
Total u							2,000
3.4 EF5262B2	m	Tub de coure semidur de 15 mm de diàmetre nominal, de 0,75 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment					
	Planta baixa		19,60			19,600	
	Planta primera		38,40			38,400	
Total m							58,000
3.5 EF5282B2	m	Tub de coure semidur de 18 mm de diàmetre nominal, de 0,75 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment					
	Planta baixa		2,00			2,000	
Total m							2,000
3.6 EF5293B2	m	Tub de coure semidur de 22 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment					
	Planta primera		14,20			14,200	
Total m							14,200
3.7 EF52A3B2	m	Tub de coure semidur de 28 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment					
	Planta baixa		15,40			15,400	
	Planta primera		51,20			51,200	
Total m							66,600
3.8 EF5293B7	m	Tub de coure semidur de 35 mm de diàmetre nominal, d'1,5 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat encastat					
	Planta baixa		62,80			62,800	
	Planta primera		22,00			22,000	
Total m							84,800
3.9 EF52C3B2	m	Tub de coure semidur de 42 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment					
	Planta baixa		13,00			13,000	
Total m							13,000
3.10 EF52E5B1	m	Tub de coure semidur de 54 mm de diàmetre nominal, d'1,5 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat baix i col·locat superficialment					
	Planta baixa		10,00			10,000	
Total m							10,000
3.11 ENL17126	u	Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo Top 30/7, muntada entre tubs					
Total u							2,000

6.4. Amidaments partida nº 4: instal·lació de renovació d'aire

Comentari	Uts.	Llarg.	Ampl.	Alçada	Subtotal	Total
4.1 EE51EJ5A m2	Formació de conducte rectangular de llana de vidre UNE-EN 13162 de gruix 25 mm, resistència tèrmica $\geq 0,75 \text{ m}^2\text{K/W}$, amb recobriments exterior de paper kraft alumini reforçat i recobriments interior de vel de vidre i paper kraft d'alumini perforat, muntat encastat en el cel ras					
IMPULSIÓ						
R1	33,5				33,500	
R2	23,1				23,100	
R3	16,2				16,200	
R4	43,4				43,400	
R5	32,8				32,800	
RETORN						
R1	31,7				31,700	
R2	28,3				28,300	
R3	14,6				14,600	
R4	42,9				42,900	
R5	29,9				29,900	
Total m2						296,400
4.2 EE040301 u	Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM1500FA. Caudal màxim d'aire 1500 m³/h					
Total u						4,000
4.3 EE040302 u	Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM2000FA. Caudal màxim d'aire 2000 m³/h					
Total u						1,000
4.4 EE040102 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x200 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.					
Total u						3,000
4.5 EE040101 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x300 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.					
Total u						1,000
4.6 EE040106 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x300 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.					
Total u						1,000
4.7 EE040107 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x350 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.					
Total u						3,000
4.8 EE040103 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x250 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.					
Total u						7,000
4.9 EE040104 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x350 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.					
Total u						2,000
4.10 EE040108 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x400 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.					
Total u						1,000
4.11 EE040105 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x100 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.					
Total u						2,000



Escola Politècnica
Superior

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



Universitat de
Lleida

Comentari	Uts.	Llarg.	Ampl.	Alçada	Subtotal	Total
4.12 EE040109 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x400 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.					
					Total u	1,000
4.13 EE040201 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.					
					Total u	2,000
4.14 EE040202 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.					
					Total u	3,000
4.15 EE040203 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.					
					Total u	7,000
4.16 EE040204 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x250 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.					
					Total u	1,000
4.17 EE040205 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.					
					Total u	2,000
4.18 EE040206 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.					
					Total u	1,000
4.19 EE040207 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x350 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.					
					Total u	2,000
4.20 EE040208 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 100x400 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.					
					Total u	1,000
4.21 EE040209 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 200x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.					
					Total u	2,000
4.22 EEM32211 u	Extractor mecànic marca SODECA model TDME-100, situats al fals sostre i amb un conducte cap a les parets laterals					
					Total u	2,000
4.23 EEM3271F u	Extractor mecànic marca SODECA model TDME-100, situats al fals sostre i amb un conducte cap a les parets laterals					
					Total u	2,000



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

7. Pressupost



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*



ÍNDEX DEL PRESSUPOST

7. PRESSUPOST **311**

INDEX DEL PRESSUPOST	313
7.1. QUADRE DE PREUS Nº 1	315
7.2. QUADRE DE PREUS Nº 2	319
7.3. QUADRE DE MA D'OBRA	327
7.4. QUADRE DE MAQUINÀRIA	327
7.5. QUADRE DE PREUS AUXILIARS	327
7.6. QUADRE DE MATERIALS	328
7.7. JUSTIFICACIÓ DE PREUS	333
7.8. PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL	345
7.9. RESUM PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTA	353



*Escola Politècnica
Superior*

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



*Universitat de
Lleida*

7.1. Quadre de preus nº 1

Nº	Designació	Import	
		En xifra (euros)	En lletra (euros)
	1 INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA		
1.1	u Bomba de calor per a la producció d'aigua amb condensació per aigua, de 47,5 kW de potència frigorífica i 58,1 kW de potència tèrmica. Enfriadora d'aigua condensada per aigua de compressors hermètics de la sèrie WRH, refrigerant R-407, amb carcassa d'acer, col·locada	10.307,62	DEU MIL TRES-CENTS SET EUROS AMB SEIXANTA-DOS CÈNTIMS
1.2	u Vas d'expansió per a calefacció de 35 litres i 3bar	85,35	VUITANTA-CINC EUROS AMB TRENTA-CINC CÈNTIMS
1.3	u Valvuleria, vàlvules motoritzades, vasos d'expansió i accessoris	2.273,00	DOS MIL DOS-CENTS SETANTA-TRES EUROS
1.4	u Tuberies i aïllaments	2.901,30	DOS MIL NOU-CENTS U EUROS AMB TRENTA CÈNTIMS
1.5	u Material elèctric	662,29	SIS-CENTS SEIXANTA-DOS EUROS AMB VINT-I-NOU CÈNTIMS
1.6	u Perforació de pou de 100 metres i col·locació de sonda	5.450,76	CINC MIL QUATRE-CENTS CINQUANTA EUROS AMB SETANTA-SIS CÈNTIMS
1.7	u Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo Top 40/7, muntada entre tubs	849,26	VUIT-CENTS QUARANTA-NOU EUROS AMB VINT-I-SIS CÈNTIMS
	2 INSTAL·LACIÓ TERRA RADIANT		
2.1	m Tub de polietilè reticulat (PE-R) de 16 mm de diàmetre nominal exterior, serie 5 segons norma UNE 53-381, connectat a pressió, amb grau de dificultat mitjà i col·locat encastat	3,17	TRES EUROS AMB DISSET CÈNTIMS
2.2	m Tub de polietilè reticulat (PE-R) de 20 mm de diàmetre nominal exterior, serie 5 segons norma UNE 53-381, connectat a pressió, amb grau de dificultat mitjà i col·locat encastat	3,87	TRES EUROS AMB VUITANTA-SET CÈNTIMS
2.3	u Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 2 sortides per a tub de 20 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràctors i elements de muntatge necessaris, col·locat amb fixacions murals i connectat	221,26	DOS-CENTS VINT-I-U EUROS AMB VINT-I-SIS CÈNTIMS
2.4	u Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 3 sortides per a tub de 20 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràctors i elements de muntatge necessaris, col·locat amb fixacions murals i connectat	417,52	QUATRE-CENTS DISSET EUROS AMB CINQUANTA-DOS CÈNTIMS
2.5	u Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 7 sortides per a tub de 16 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràctors i elements de muntatge necessaris, col·locat amb fixacions murals i connectat	424,79	QUATRE-CENTS VINT-I-QUATRE EUROS AMB SETANTA-NOU CÈNTIMS
2.6	u Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 8 sortides per a tub de 16 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràctors i elements de muntatge necessaris, col·locat amb fixacions murals i connectat	465,50	QUATRE-CENTS SEIXANTA-CINC EUROS AMB CINQUANTA CÈNTIMS
2.7	u Caixa metàl·lica per a col·lectors de 2 a 4 unitats, de tamany 550x130x500 mm, col·locada	136,43	CENT TRENTA-SIS EUROS AMB QUARANTA-TRES CÈNTIMS
2.8	u Caixa metàl·lica per a col·lectors de 5 a 7 unitats, de tamany 550x130x700 mm, col·locada	158,37	CENT CINQUANTA-VUIT EUROS AMB TRENTA-SET CÈNTIMS
2.9	u Caixa metàl·lica per a col·lectors de 8 a 12 unitats, de tamany 550x130x1.000 mm, col·locada	191,27	CENT NORANTA-U EUROS AMB VINT-I-SET CÈNTIMS

Nº	Designació	Import	
		En xifra (euros)	En lletra (euros)
2.10	m² Film de polietilè	1,60	U EURO AMB SEIXANTA CÈNTIMS
2.11	m Balda perimetral d'aïllament de polietilè extruït, molt flexible, que es situa entre la planxa d'aïllament i l'envà d'obra.	2,73	DOS EUROS AMB SETANTA-TRES CÈNTIMS
2.12	m² Planxa d'aïllament moldejada d'alta qualitat, dissenyada per agafar les tuberies de 1450x850x33. Consta de uns tetons en els que s'inserta la tuberia amb facilitat. Els tetons de la planxa permeten la instal·lació amb 10, 15, 20, 30 i 40 cm de separació entre tubs. El disseny de les planxes facilita l'acoplament encadellat entre elles.	21,61	VINT-I-U EUROS AMB SEIXANTA-U CÈNTIMS
2.13	m² Recrescudat del suport de paviments, de 3 cm de gruix, amb morter de ciment 1:6 i additiu, elaborat a l'obra amb formigonera de 165 l	9,46	NOU EUROS AMB QUARANTA-SIS CÈNTIMS
2.14	u Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo-Star-RS 25/4, muntada entre tubs	452,19	QUATRE-CENTS CINQUANTA-DOS EUROS AMB DINOU CÈNTIMS
2.15	u Termòstat d'ambient per a calefacció amb regulació de 5 a 30°C, de doble contacte a 230 V i 10 A, de preu mitjà, per a muntar superficialment	42,55	QUARANTA-DOS EUROS AMB CINQUANTA-CINC CÈNTIMS
2.16	u Capçal electrotèrmic	45,41	QUARANTA-CINC EUROS AMB QUARANTA-U CÈNTIMS
2.17	u Electrovàlvula 2 vies. Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histèresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa	52,86	CINQUANTA-DOS EUROS AMB VUITANTA-SIS CÈNTIMS
2.18	u Electrovàlvula 2 vies 3/8". Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histèresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa	50,66	CINQUANTA EUROS AMB SEIXANTA-SIS CÈNTIMS
2.19	u Electrovàlvula 3 vies Ø 1". Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histèresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa	243,32	DOS-CENTS QUARANTA-TRES EUROS AMB TRENTA-DOS CÈNTIMS
2.20	u Centraletes de regulació. Bases elèctriques de connexió entre els termòstats ambient i les electrovàlvules. Alimentació: 1~230 V. Protecció: IP 30	173,74	CENT SETANTA-TRES EUROS AMB SETANTA-QUATRE CÈNTIMS
3 INSTAL·LACIÓ DE REFRIGERACIÓ			
3.1	u Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 2,0 kW de potència frigorífica màxima i 2,6 kW de potència calorífica màxima, de 57 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat	827,91	VUIT-CENTS VINT-I-SET EUROS AMB NORANTA-U CÈNTIMS
3.2	u Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 2,7 kW de potència frigorífica màxima i 3,4 kW de potència calorífica màxima, de 44 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat	931,84	NOU-CENTS TRENTA-U EUROS AMB VUITANTA-QUATRE CÈNTIMS
3.3	u Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 9,5 kW de potència frigorífica màxima i 11,7 kW de potència calorífica màxima, de 120 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat	1.091,45	MIL NORANTA-U EUROS AMB QUARANTA-CINC CÈNTIMS

Nº	Designació	Import	
		En xifra (euros)	En lletra (euros)
3.4	m Tub de coure semidur de 15 mm de diàmetre nominal, de 0,75 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment	6,89	SIS EUROS AMB VUITANTA-NOU CÈNTIMS
3.5	m Tub de coure semidur de 18 mm de diàmetre nominal, de 0,75 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment	8,10	VUIT EUROS AMB DEU CÈNTIMS
3.6	m Tub de coure semidur de 22 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment	9,40	NOU EUROS AMB QUARANTA CÈNTIMS
3.7	m Tub de coure semidur de 28 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment	10,87	DEU EUROS AMB VUITANTA-SET CÈNTIMS
3.8	m Tub de coure semidur de 35 mm de diàmetre nominal, d'1,5 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat encastat	15,31	QUINZE EUROS AMB TRENTA-U CÈNTIMS
3.9	m Tub de coure semidur de 42 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment	15,03	QUINZE EUROS AMB TRES CÈNTIMS
3.10	m Tub de coure semidur de 54 mm de diàmetre nominal, d'1,5 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat baix i col.locat superficialment	22,17	VINT-I-DOS EUROS AMB DISSET CÈNTIMS
3.11	u Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo Top 30/7, muntada entre tubs	604,12	SIS-CENTS QUATRE EUROS AMB DOTZE CÈNTIMS
4 INSTAL·LACIÓ DE RENOVACIÓ D'AIRE			
4.1	m2 Formació de conducte rectangular de llana de vidre UNE-EN 13162 de gruix 25 mm, resistència tèrmica $\geq 0,75$ m ² K/W, amb recobriment exterior de paper kraft alumini reforçat i recobriment interior de vel de vidre i paper kraft d'alumini perforat, muntat encastat en el cel ras	30,85	TRENTA EUROS AMB VUITANTA-CINC CÈNTIMS
4.2	u Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM1500FA. Caudal màxim d'aire 1500 m³/h	5.044,01	CINC MIL QUARANTA-QUATRE EUROS AMB U CÈNTIM
4.3	u Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM2000FA. Caudal màxim d'aire 2000 m³/h	5.445,71	CINC MIL QUATRE-CENTS QUARANTA-CINC EUROS AMB SETANTA-U CÈNTIMS
4.4	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x200 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	25,67	VINT-I-CINC EUROS AMB SEIXANTA-SET CÈNTIMS
4.5	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x300 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	27,27	VINT-I-SET EUROS AMB VINT-I-SET CÈNTIMS
4.6	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x300 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	24,80	VINT-I-QUATRE EUROS AMB VUITANTA CÈNTIMS
4.7	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x350 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	26,02	VINT-I-SIS EUROS AMB DOS CÈNTIMS
4.8	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x250 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	27,90	VINT-I-SET EUROS AMB NORANTA CÈNTIMS

Nº	Designació	Import	
		En xifra (euros)	En lletra (euros)
4.9	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x350 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	28,78	VINT-I-VUIT EUROS AMB SETANTA-VUIT CÈNTIMS
4.10	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x400 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	30,26	TRENTA EUROS AMB VINT-I-SIS CÈNTIMS
4.11	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x100 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	21,40	VINT-I-U EUROS AMB QUARANTA CÈNTIMS
4.12	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x400 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	27,22	VINT-I-SET EUROS AMB VINT-I-DOS CÈNTIMS
4.13	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	21,71	VINT-I-U EUROS AMB SETANTA-U CÈNTIMS
4.14	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	23,47	VINT-I-TRES EUROS AMB QUARANTA-SET CÈNTIMS
4.15	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	25,54	VINT-I-CINC EUROS AMB CINQUANTA-QUATRE CÈNTIMS
4.16	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x250 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	27,56	VINT-I-SET EUROS AMB CINQUANTA-SIS CÈNTIMS
4.17	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	29,56	VINT-I-NOU EUROS AMB CINQUANTA-SIS CÈNTIMS
4.18	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	24,90	VINT-I-QUATRE EUROS AMB NORANTA CÈNTIMS
4.19	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x350 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	26,32	VINT-I-SIS EUROS AMB TRENTA-DOS CÈNTIMS
4.20	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 100x400 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	25,05	VINT-I-CINC EUROS AMB CINC CÈNTIMS
4.21	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 200x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	27,26	VINT-I-SET EUROS AMB VINT-I-SIS CÈNTIMS
4.22	u Extractor mecànic marca SODECA model TDME-100, situats al fals sostre i amb un conducte cap a les parets laterals	67,38	SEIXANTA-SET EUROS AMB TRENTA-VUIT CÈNTIMS
4.23	u Extractor mecànic marca SODECA model TDME-100, situats al fals sostre i amb un conducte cap a les parets laterals	103,42	CENT TRES EUROS AMB QUARANTA-DOS CÈNTIMS

7.2. Quadre de preus nº 2

Nº	Designació	Import	
		Parcial (euros)	Total (euros)
	1 INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA		
1.1	u Bomba de calor per a la producció d'aigua amb condensació per aigua, de 47,5 kW de potència frigorífica i 58,1 kW de potència tèrmica. Enfriadora d'aigua condensada per aigua de compressors hermètics de la sèrie WRH, refrigerant R-407, amb carcassa d'acer, col.locada		
	<i>Mà d'obra</i>	329,40	
	<i>Materials</i>	9.678,00	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	300,22	
			10.307,62
1.2	u Vas d'expansió per a calefacció de 35 litres i 3bar		
	<i>Mà d'obra</i>	36,60	
	<i>Materials</i>	46,26	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	2,49	
			85,35
1.3	u Valvuleria, vàlvules motoritzades, vasos d'expansió i accessoris		
	<i>Mà d'obra</i>	1.756,80	
	<i>Materials</i>	450,00	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	66,20	
			2.273,00
1.4	u Tuberies i aïllaments		
	<i>Mà d'obra</i>	1.756,80	
	<i>Materials</i>	1.060,00	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	84,50	
			2.901,30
1.5	u Material elèctric		
	<i>Mà d'obra</i>	183,00	
	<i>Materials</i>	460,00	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	19,29	
			662,29
1.6	u Perforació de pou de 100 metres i col·locació de sonda		
	<i>Materials</i>	5.292,00	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	158,76	
			5.450,76
1.7	u Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo Top 40/7, muntada entre tubs		
	<i>Mà d'obra</i>	146,52	
	<i>Materials</i>	678,00	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	24,74	
			849,26
	2 INSTAL·LACIÓ TERRA RADIANT		
2.1	m Tub de polietilè reticulat (PE-R) de 16 mm de diàmetre nominal exterior, serie 5 segons norma UNE 53-381, connectat a pressió, amb grau de dificultat mitjà i col.locat encastat		
	<i>Mà d'obra</i>	2,20	
	<i>Materials</i>	0,88	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	0,09	
			3,17

Nº	Designació	Import	
		Parcial (euros)	Total (euros)
2.2	m Tub de polietilè reticulat (PE-R) de 20 mm de diàmetre nominal exterior, serie 5 segons norma UNE 53-381, connectat a pressió, amb grau de dificultat mitjà i col.locat encastrat <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	2,20 1,56 0,11	3,87
2.3	u Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 2 sortides per a tub de 20 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	36,63 178,19 6,44	221,26
2.4	u Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 3 sortides per a tub de 20 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	36,63 368,73 12,16	417,52
2.5	u Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 7 sortides per a tub de 16 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	36,63 375,79 12,37	424,79
2.6	u Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 8 sortides per a tub de 16 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	36,63 415,31 13,56	465,50
2.7	u Caixa metàl·lica per a col·lectors de 2 a 4 unitats, de tamany 550x130x500 mm, col·locada <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	36,63 95,83 3,97	136,43
2.8	u Caixa metàl·lica per a col·lectors de 5 a 7 unitats, de tamany 550x130x700 mm, col·locada <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	36,63 117,13 4,61	158,37

Nº	Designació	Import	
		Parcial (euros)	Total (euros)
2.9	u Caixa metàl·lica per a col·lectors de 8 a 12 unitats, de tamany 550x130x1.000 mm, col·locada		
	<i>Mà d'obra</i>	36,63	
	<i>Materials</i>	149,07	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	5,57	
			191,27
2.10	m² Film de polietilè		
	<i>Mà d'obra</i>	0,73	
	<i>Materials</i>	0,82	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	0,05	
			1,60
2.11	m Balda perimetral d'aïllament de polietilè extruït, molt flexible, que es situa entre la planxa d'aïllament i l'envà d'obra.		
	<i>Mà d'obra</i>	1,10	
	<i>Materials</i>	1,55	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	0,08	
			2,73
2.12	m² Planxa d'aïllament moldejada d'alta qualitat, dissenyada per agafar les tuberies de 1450x850x33. Consta de uns tetons en els que s'inserta la tuberia amb facilitat. Els tetons de la planxa permeten la instal·lació amb 10, 15, 20, 30 i 40 cm de separació entre tubs. El disseny de les planxes facilita l'acoplament encadellat entre elles.		
	<i>Mà d'obra</i>	2,20	
	<i>Materials</i>	18,78	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	0,63	
			21,61
2.13	m² Recrescuda del suport de paviments, de 3 cm de gruix, amb morter de ciment 1:6 i additiu, elaborat a l'obra amb formigonera de 165 l		
	<i>Mà d'obra</i>	5,26	
	<i>Maquinària</i>	0,05	
	<i>Materials</i>	3,86	
	<i>Resta d'Obra</i>	0,01	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	0,28	
			9,46
2.14	u Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo-Star-RS 25/4, muntada entre tubs		
	<i>Mà d'obra</i>	146,52	
	<i>Materials</i>	292,50	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	13,17	
			452,19
2.15	u Termòstat d'ambient per a calefacció amb regulació de 5 a 30°C, de doble contacte a 230 V i 10 A, de preu mitjà, per a muntar superficialment		
	<i>Mà d'obra</i>	10,98	
	<i>Materials</i>	30,33	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	1,24	
			42,55
2.16	u Capçal electrotèrmic		
	<i>Mà d'obra</i>	10,99	
	<i>Materials</i>	33,10	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	1,32	
			45,41

Nº	Designació	Import	
		Parcial (euros)	Total (euros)
2.17	u Electrovàlvula 2 vies. Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histèresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 40,34 1,54	52,86
2.18	u Electrovàlvula 2 vies 3/8". Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histèresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 38,20 1,48	50,66
2.19	u Electrovàlvula 3 vies Ø 1". Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histèresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 225,25 7,09	243,32
2.20	u Centraletes de regulació. Bases elèctriques de connexió entre els termòstats ambient i les electrovàlvules. Alimentació: 1~230 V. Protecció: IP 30 <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 157,70 5,06	173,74
3 INSTAL·LACIÓ DE REFRIGERACIÓ			
3.1	u Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 2,0 kW de potència frigorífica màxima i 2,6 kW de potència calorífica màxima, de 57 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	164,70 639,10 24,11	827,91
3.2	u Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 2,7 kW de potència frigorífica màxima i 3,4 kW de potència calorífica màxima, de 44 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	164,70 740,00 27,14	931,84
3.3	u Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 9,5 kW de potència frigorífica màxima i 11,7 kW de potència calorífica màxima, de 120 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	237,90 821,76 31,79	1.091,45

Nº	Designació	Import	
		Parcial (euros)	Total (euros)
3.4	m Tub de coure semidur de 15 mm de diàmetre nominal, de 0,75 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	4,39 2,30 0,20	6,89
3.5	m Tub de coure semidur de 18 mm de diàmetre nominal, de 0,75 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	5,13 2,73 0,24	8,10
3.6	m Tub de coure semidur de 22 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	5,50 3,63 0,27	9,40
3.7	m Tub de coure semidur de 28 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	5,86 4,69 0,32	10,87
3.8	m Tub de coure semidur de 35 mm de diàmetre nominal, d'1,5 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat encastat <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	6,60 8,26 0,45	15,31
3.9	m Tub de coure semidur de 42 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	7,33 7,26 0,44	15,03
3.10	m Tub de coure semidur de 54 mm de diàmetre nominal, d'1,5 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat baix i col.locat superficialment <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	7,33 14,19 0,65	22,17
3.11	u Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo Top 30/7, muntada entre tubs <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	146,52 440,00 17,60	604,12

Nº	Designació	Import	
		Parcial (euros)	Total (euros)
	4 INSTAL·LACIÓ DE RENOVACIÓ D'AIRE		
4.1	m2 Formació de conducte rectangular de llana de vidre UNE-EN 13162 de gruix 25 mm, resistència tèrmica $\geq 0,75$ m ² K/W, amb recobriments exterior de paper kraft alumini reforçat i recobriments interior de vel de vidre i paper kraft d'alumini perforat, muntat encastat en el cel ras		
	<i>Mà d'obra</i>	11,71	
	<i>Materials</i>	18,24	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	0,90	
			30,85
4.2	u Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM1500FA. Caudal màxim d'aire 1500 m ³ /h		
	<i>Mà d'obra</i>	128,10	
	<i>Materials</i>	4.769,00	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	146,91	
			5.044,01
4.3	u Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM2000FA. Caudal màxim d'aire 2000 m ³ /h		
	<i>Mà d'obra</i>	128,10	
	<i>Materials</i>	5.159,00	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	158,61	
			5.445,71
4.4	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x200 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	<i>Mà d'obra</i>	10,98	
	<i>Materials</i>	13,94	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	0,75	
			25,67
4.5	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x300 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	<i>Mà d'obra</i>	10,98	
	<i>Materials</i>	15,50	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	0,79	
			27,27
4.6	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x300 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	<i>Mà d'obra</i>	10,98	
	<i>Materials</i>	13,10	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	0,72	
			24,80
4.7	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x350 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	<i>Mà d'obra</i>	10,98	
	<i>Materials</i>	14,28	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	0,76	
			26,02
4.8	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x250 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	<i>Mà d'obra</i>	10,98	
	<i>Materials</i>	16,11	
	<i>3 % Costos Indirectes</i>	0,81	
			27,90

Nº	Designació	Import	
		Parcial (euros)	Total (euros)
4.9	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x350 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 16,96 0,84	28,78
4.10	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x400 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 18,40 0,88	30,26
4.11	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x100 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 9,80 0,62	21,40
4.12	u Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x400 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 15,45 0,79	27,22
4.13	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 10,10 0,63	21,71
4.14	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 11,81 0,68	23,47
4.15	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 13,82 0,74	25,54
4.16	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x250 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 15,78 0,80	27,56

Nº	Designació	Import	
		Parcial (euros)	Total (euros)
4.17	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 17,72 0,86	29,56
4.18	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 13,19 0,73	24,90
4.19	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x350 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 14,57 0,77	26,32
4.20	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 100x400 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 13,34 0,73	25,05
4.21	u Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 200x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat. <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	10,98 15,49 0,79	27,26
4.22	u Extractor mecànic marca SODECA model TDME-100, situats al fals sostre i amb un conducte cap a les parets laterals <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>Resta d'Obra</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	21,96 42,91 0,55 1,96	67,38
4.23	u Extractor mecànic marca SODECA model TDME-100, situats al fals sostre i amb un conducte cap a les parets laterals <i>Mà d'obra</i> <i>Materials</i> <i>Resta d'Obra</i> <i>3 % Costos Indirectes</i>	43,92 55,39 1,10 3,01	103,42

7.3. Quadre de ma d'obra

Nº	Designació	Import		
		Preu (euros)	Quantitat (Hores)	Total (euros)
1	Oficial 1a paleta	19,07	40,372 h	769,89
2	Oficial 1a calefactor	19,70	337,548 h	6.649,70
3	Oficial 1a electricista	19,70	11,900 h	234,43
4	Oficial 1a lampista	19,70	8,100 h	159,57
5	Oficial 1a muntador	19,70	286,898 h	5.651,89
6	Ajudant calefactor	16,90	337,548 h	5.704,56
7	Ajudant electricista	16,90	11,900 h	201,11
8	Ajudant lampista	16,90	8,100 h	136,89
9	Ajudant muntador	16,93	286,898 h	4.857,18
10	Manobre	15,97	90,837 h	1.450,67
11	Manobre especialista	16,53	26,242 h	433,78
Import total:				26.249,67

7.4. Quadre de maquinària

Nº	Designació	Import		
		Preu (euros)	Quantitat	Total (euros)
1	Formigonera de 165 l	1,50	18,369 h	27,55
Import total:				27,55

7.5. Quadre de preus auxiliars

Nº	Designació				Import (euros)
1	m3 de Morter de ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra de pedra granítica amb 250 kg/m3 de ciment, amb una proporció en volum 1:6, elaborat a l'obra amb formigonera de 165 l				
	Codi	Ud	Descripció	Preu Quantitat	
	A0150000	h	Manobre especialista	16,53 1,000	16,53
	B0111000	m3	Aigua	0,91 0,200	0,18
	B0312020	t	Sorra pedra granit.p/morters	15,36 1,630	25,04
	B0512401	t	Ciment pòrtland+filll.calc. CEM II/B-L 32,5R,sacs	83,80 0,250	20,95
	C1705600	h	Formigonera 165l	1,50 0,700	1,05
	A%AUX001	%	Despeses auxiliars mà d'obra	16,53 1,000	0,17
				Import:	63,92

7.6. Quadre de materials

Nº	Designació		Import		
			Preu (euros)	Quantitat Utilitzada	Total (euros)
1	Aigua	0,91	5,248	m3	4,78
2	Sorra de pedrera de pedra granítica per a morters	15,36	42,774	t	657,01
3	Ciment portland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	83,80	6,561	t	549,81
4	Abraçadora metàl·lica, de 16 mm de diàmetre interior	0,32	29,000	u	9,28
5	Abraçadora metàl·lica, de 18 mm de diàmetre interior	0,32	1,000	u	0,32
6	Abraçadora metàl·lica, de 22 mm de diàmetre interior	0,34	7,100	u	2,41
7	Abraçadora metàl·lica, de 28 mm de diàmetre interior	0,36	26,640	u	9,59
8	Abraçadora metàl·lica, de 42 mm de diàmetre interior	0,51	5,200	u	2,65
9	Abraçadora metàl·lica, de 75 mm de diàmetre interior	1,80	3,330	u	5,99
10	Plancha de poliestirè expandit elastificat de 10 mm de gruix	0,88	5,551	m2	4,88
11	Conducte rectangular de llana de vidre UNE-EN 13162, aglomerada amb resines termoendurides, amb recobriments exterior de paper kraft alumini reforçat i recobriments interior de vel de vidre i paper kraft d'alumini perforat, 25 mm de gruix, $\leq 0,033$ W/mK, resistència tèrmica $\geq 0,75$ m2K/W	9,60	340,860	m2	3.272,26
12	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb dos sortides per a tub de 20 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris	178,19	3,000	u	534,57
13	Bomba de calor per a la producció d'aigua amb condensació per aigua, de 47,5 kW de potència frigorífica i 58,1 kW de potència tèrmica. Enfriadora d'aigua condensada per aigua de compressors hermètics de la sèrie WRH, refrigerant R-407, amb carcassa d'acer, col·locada	9.678,00	1,000	u	9.678,00
14	Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 2,7 kW de potència frigorífica màxima i 3,4 kW de potència calorífica màxima, de 44 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V	740,00	1,000	u	740,00
15	Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 2,0 kW de potència frigorífica màxima i 2,6 kW de potència calorífica màxima, de 57 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V	639,10	19,000	u	12.142,90
16	Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 9,5 kW de potència frigorífica màxima i 11,7 kW de potència calorífica màxima, de 120 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V	821,76	2,000	u	1.643,52
17	Ventilador-extractor monofàsic per a 230 V de tensió, de 98 m³/h de cabal d'aire, de pressió baixa, per a encastar	42,91	2,000	u	85,82
18	Ventilador-extractor monofàsic per a 230 V de tensió, de 320 m³/h de cabal d'aire, de pressió baixa, tipus finestra	55,39	2,000	u	110,78
19	Termòstat d'ambient per a calefacció amb regulació de 5 a 30°C, de doble contacte a 230 V i 10 A, de preu mitjà, per a muntar superficialment	30,33	19,000	u	576,27

Nº	Designació	Import		
		Preu (euros)	Quantitat Utilitzada	Total (euros)
20	Suport estàndard per a conducte rectangular llana aïllant, preu 8,00 superior	266,760	u	2.134,08
21	Tub de coure semidur de 15 mm de diàmetre nominal i de gruix 0,75 1,70 mm	59,160	m	100,57
22	Tub de coure semidur de 18 mm de diàmetre nominal i de gruix 0,75 2,03 mm	2,040	m	4,14
23	Tub de coure semidur de 22 mm de diàmetre nominal i de gruix 1 2,80 mm	14,484	m	40,56
24	Tub de coure semidur de 28 mm de diàmetre nominal i de gruix 1 3,68 mm	67,932	m	249,99
25	Tub de coure semidur de 35 mm de diàmetre nominal i de gruix 1,5 7,07 mm	86,496	m	611,53
26	Tub de coure semidur de 42 mm de diàmetre nominal i de gruix 1 5,77 mm	13,260	m	76,51
27	Tub de coure semidur de 54 mm de diàmetre nominal i de gruix 1,5 12,37 mm	10,200	m	126,17
28	Tub de polietilè reticulat (PE-R) de 16 mm de diàmetre nominal exterior, sèrie 5 segons norma UNE 53-381, connectat a pressió 0,46	459,000	m	211,14
29	Tub de polietilè reticulat (PE-R) de 20 mm de diàmetre nominal exterior, sèrie 5 segons norma UNE 53-381, connectat a pressió 0,77	2.091,000	m	1.610,07
30	Accessori per a tubs de coure semidur, de 15 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat 0,84	17,400	u	14,62
31	Accessori per a tubs de coure semidur, de 18 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat 1,02	0,600	u	0,61
32	Accessori per a tubs de coure semidur, de 22 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat 1,28	4,260	u	5,45
33	Accessori per a tubs de coure semidur, de 28 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat 1,85	19,980	u	36,96
34	Accessori per a tubs de coure semidur, de 35 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat 2,41	25,440	u	61,31
35	Accessori per a tubs de coure semidur, de 42 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat 2,48	3,900	u	9,67
36	Accessori per a tubs de coure semidur, de 64 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat 4,21	1,500	u	6,32
37	Accessori per a tubs de polietilè multicapa, de 16 mm de diàmetre nominal exterior, per a connectar a pressió 1,22	135,000	u	164,70
38	Accessori per a tubs de polietilè multicapa, de 25 mm de diàmetre nominal exterior, per a connectar a pressió 2,33	615,000	u	1.432,95
39	Part proporcional d'elements de muntatge per a tubs de coure semidur, de 15 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat 0,16	58,000	u	9,28
40	Part proporcional d'elements de muntatge per a tubs de coure semidur, de 18 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat 0,19	2,000	u	0,38
41	Part proporcional d'elements de muntatge per a tubs de coure semidur, de 22 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat 0,22	14,200	u	3,12

Nº	Designació		Import		
			Preu (euros)	Quantitat Utilitzada	Total (euros)
42	Part proporcional d'elements de muntatge per a tubs de coure semidur, de 28 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat	0,24	66,600	u	15,98
43	Part proporcional d'elements de muntatge per a tubs de coure semidur, de 35 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat	0,33	84,800	u	27,98
44	Part proporcional d'elements de muntatge per a tubs de coure semidur, de 42 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat	0,43	13,000	u	5,59
45	Part proporcional d'elements de muntatge per a tubs de coure semidur, de 64 mm de diàmetre exterior, per a soldar per capil.laritat	0,67	5,000	u	3,35
46	Part proporcional d'elements de muntatge per a tubs de polietilè multicapa, de 16 mm de diàmetre nominal exterior, connectat a pressió	0,04	450,000	u	18,00
47	Part proporcional d'elements de muntatge per a tubs de polietilè multicapa, de 25 mm de diàmetre nominal exterior, connectat a pressió	0,07	2.050,000	u	143,50
48	Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo-Star-RS 25/4, amb brides	292,50	2,000	u	585,00
49	Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo Top 30/7, amb brides	440,00	2,000	u	880,00
50	Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo Top 40/7, amb brides	678,00	1,000	u	678,00
51	Additiu morter per a terra radiant	1,45	504,650	m2	731,74
52	Balda perimetral d'aïllament de polietilè extruït, molt flexible, que es situa entre la planxa d'aïllament i l'envà d'obra.	1,55	534,530	m	828,52
53	Planxa d'aïllament moldejada d'alta qualitat, dissenyada per agafar les tuberies de 1450x850x33. Consta de uns tetons en els que s'inserta la tuberia amb facilitat. Els tetons de la planxa permeten la instal·lació amb 10, 15, 20, 30 i 40 cm de separació entre tubs. El disseny de les planxes facilita l'acoplament encadellat entre elles.	18,78	504,650	m²	9.477,33
54	film de polietilè	0,82	504,650	m2	413,81
55	Kit col·lectors per a terra radiant amb una sortida per a tub de 20 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat	190,54	1,000	u	190,54
56	a	178,19	4,000	u	712,76
57	Kit col·lectors per a terra radiant amb una sortida per a tub de 16 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat	39,52	22,000	u	869,44
58	Caixa metàl·lica per a col·lectors de 2 a 4 unitats, de tamany 550x130x500 mm	95,83	3,000	u	287,49
59	Caixa metàl·lica per a col·lectors de 5 a 7 unitats, de tamany 550x130x700 mm	117,13	2,000	u	234,26
60	v	149,07	2,000	u	298,14
61	Capçal electrotèrmic	33,10	22,000	u	728,20
62	Electrovàlvula 2 vies. Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histeresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa	40,34	3,000	u	121,02

Nº	Designació	Import		
		Preu (euros)	Quantitat Utilitzada	Total (euros)
63	Electrovàlvula 3 vies. Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histèresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa	225,25 2,000	u	450,50
64	Centraletes de regulació. Bases elèctriques de connexió entre els termostats ambient i les electrovàlvules. Alimentació: 1~230 V. Protecció: IP 30	157,70 4,000	u	630,80
65	Electrovàlvula 2 vies 3/8". Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histèresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa	38,20 22,000	u	840,40
66	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x300 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	15,50 1,000	u	15,50
67	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x200 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	13,94 3,000	u	41,82
68	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x200 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	16,11 7,000	u	112,77
69	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x350 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	16,96 2,000	u	33,92
70	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x100 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	9,80 2,000	u	19,60
71	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x300 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	13,10 1,000	u	13,10
72	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x350 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	14,28 3,000	u	42,84
73	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x400 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	18,40 1,000	u	18,40
74	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x400 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.	15,45 1,000	u	15,45
75	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per tres d'alumini laminat.	10,10 2,000	u	20,20
76	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per tres d'alumini laminat.	11,81 3,000	u	35,43
77	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x200 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per tres d'alumini laminat.	13,82 7,000	u	96,74
78	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x250 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per tres d'alumini laminat.	15,78 1,000	u	15,78

Nº	Designació	Import		
		Preu (euros)	Quantitat Utilitzada	Total (euros)
79	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	17,72 2,000	u	35,44
80	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	13,19 1,000	u	13,19
81	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x350 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	14,57 2,000	u	29,14
82	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 100x400 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	13,34 1,000	u	13,34
83	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 200x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.	15,49 2,000	u	30,98
84	Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM1500FA. Caudal màxim d'aire 1500 m³/h	4.769,00 4,000	u	19.076,00
85	Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM2000FA. Caudal màxim d'aire 2000 m³/h	5.159,00 1,000	u	5.159,00
86	Vas d'expansió per a calefacció de 35 litres i 3bar	46,26 1,000	u	46,26
87	Valvuleria, vàlvules motoritzades, vasos d'expansió i accessoris	450,00 1,000	u	450,00
88	Tuberïes i aïllaments	1.060,00 1,000	u	1.060,00
89	Material elèctric	460,00 1,000	u	460,00
90	Perforació de pou de 100 metres i col·locació de sonda	5.292,00 8,000	u	42.336,00
Import total:			125.304,22	

7.7. Justificació de preus

Nº	Codi	Ud	Descripció	Total
1 INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA				
1.1	EEH711B0	u	Bomba de calor per a la producció d'aigua amb condensació per aigua, de 47,5 kW de potència frigorífica i 58,1 kW de potència tèrmica. Enfriadora d'aigua condensada per aigua de compressors hermètics de la sèrie WRH, refrigerant R-407, amb carcassa d'acer, col·locada	
	A012G000	9,000 h	Oficial 1a calefactor	19,70
	A013G000	9,000 h	Ajudant calefactor	16,90
	BEH711B0	1,000 u	Bomb.cal.aigua/aigua,47,5kW refrig.,58,1kW tèrmic,col·locada	9.678,00
		3,000 %	Costos indirectes	10.007,40
			Preu total per u .	10.307,62
1.2	EEAA0101	u	Vas d'expansió per a calefacció de 35 litres i 3bar	
	A012G000	1,000 h	Oficial 1a calefactor	19,70
	A013G000	1,000 h	Ajudant calefactor	16,90
	EEAA0111	1,000 u	Vas d'expansió Calef. 35 l, 3bar	46,26
		3,000 %	Costos indirectes	82,86
			Preu total per u .	85,35
1.3	EEAA0102	u	Valvuleria, vàlvules motoritzades, vasos d'expansió i accessoris	
	A012G000	48,000 h	Oficial 1a calefactor	19,70
	A013G000	48,000 h	Ajudant calefactor	16,90
	EEAA0122	1,000 u	Valvuleria, vàlvules motoritzades, vasos d'expansió i accessoris	450,00
		3,000 %	Costos indirectes	2.206,80
			Preu total per u .	2.273,00
1.4	EEAA0103	u	Tuberries i aïllaments	
	A012G000	48,000 h	Oficial 1a calefactor	19,70
	A013G000	48,000 h	Ajudant calefactor	16,90
	EEAA0133	1,000 u	Tuberries i aïllaments	1.060,00
		3,000 %	Costos indirectes	2.816,80
			Preu total per u .	2.901,30
1.5	EEAA0104	u	Material elèctric	
	EEAA0144	1,000 u	Material elèctric	460,00
	A012H000	5,000 h	Oficial 1a electricista	19,70
	A013H000	5,000 h	Ajudant electricista	16,90
		3,000 %	Costos indirectes	643,00
			Preu total per u .	662,29
1.6	EEAA0105	u	Perforació de pou de 100 metres i col·locació de sonda	
	EEAA0155	1,000 u	Perfor. pou 100m + sonda	5.292,00
		3,000 %	Costos indirectes	5.292,00
			Preu total per u .	5.450,76
1.7	ENL19126	u	Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo Top 40/7, muntada entre tubs	
	A012M000	4,000 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	4,000 h	Ajudant muntador	16,93
	BNL19120	1,000 u	Bomba accel.motor inundat Wilo Top 40/7,+brides	678,00
		3,000 %	Costos indirectes	824,52
			Preu total per u .	849,26

Nº	Codi	Ud	Descripció	Total
2 INSTAL·LACIÓ TERRA RADIANT				
2.1	EFB43357	m	Tub de polietilè reticulat (PE-R) de 16 mm de diàmetre nominal exterior, serie 5 segons norma UNE 53-381, connectat a pressió, amb grau de dificultat mitjà i col.locat encastat	
	A012M000	0,060 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	0,060 h	Ajudant muntador	16,93
	BFB43350	1,020 m	Tub PE-R,DN=16 mm,sèrie 5 s/UNE 53-381,connectat pressió	0,46
	BFWB4305	0,300 u	Accessori p/tubs poliet.multic.d16mm,p/connec.pressió	1,22
	BFYB4305	1,000 u	Pp.elem.munt.p/tubs poliet.multic.d16mm,connect.pressió	0,04
		3,000 %	Costos indirectes	3,08
			Preu total per m .	3,17
2.2	EFB45357	m	Tub de polietilè reticulat (PE-R) de 20 mm de diàmetre nominal exterior, serie 5 segons norma UNE 53-381, connectat a pressió, amb grau de dificultat mitjà i col.locat encastat	
	A012M000	0,060 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	0,060 h	Ajudant muntador	16,93
	BFB45350	1,020 m	Tub PE-R,DN=20 mm,sèrie 5 s/UNE 53-381,connectat pressió	0,77
	BFWB4505	0,300 u	Accessori p/tubs poliet.multic.d25mm,p/connec.pressió	2,33
	BFYB4505	1,000 u	Pp.elem.munt.p/tubs poliet.multic.d25mm,connect.pressió	0,07
		3,000 %	Costos indirectes	3,76
			Preu total per m .	3,87
2.3	EE911246	u	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 2 sortides per a tub de 20 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat	
	A012M000	1,000 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	1,000 h	Ajudant muntador	16,93
	BE912246	1,000 u	Kit col.lect.terra radiant,impulsor+retorn,2sortides p/tub DN=20mm,vàlv.,ràncors,elem.munt.	178,19
		3,000 %	Costos indirectes	214,82
			Preu total per u .	221,26
2.4	EE020104	u	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 3 sortides per a tub de 20 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat	
	A012M000	1,000 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	1,000 h	Ajudant muntador	16,93
	BE912246	1,000 u	Kit col.lect.terra radiant,impulsor+retorn,2sortides p/tub DN=20mm,vàlv.,ràncors,elem.munt.	178,19
	EE020144	1,000 u	Kit col.lect.terra radiant, 1 sortida	190,54
		3,000 %	Costos indirectes	405,36
			Preu total per u .	417,52

Nº	Codi	Ud	Descripció	Total
2.5 EE020105	u	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 7 sortides per a tub de 16 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col·locat amb fixacions murals i connectat		
	A012M000	1,000 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	1,000 h	Ajudant muntador	16,93
	EE020155	1,000 u	Kit col·lect.terra radiant,impulsor+retorn,2sortides p/tub DN=16mm,vàlv.,ràncors,elem.munt.	178,19
	EE020156	5,000 u	Kit col·lect.terra radiant,1 sortida	39,52
		3,000 %	Costos indirectes	412,42
			Preu total per u .	424,79
2.6 EE020106	u	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 8 sortides per a tub de 16 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col·locat amb fixacions murals i connectat		
	A012M000	1,000 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	1,000 h	Ajudant muntador	16,93
	EE020155	1,000 u	Kit col·lect.terra radiant,impulsor+retorn,2sortides p/tub DN=16mm,vàlv.,ràncors,elem.munt.	178,19
	EE020156	6,000 u	Kit col·lect.terra radiant,1 sortida	39,52
		3,000 %	Costos indirectes	451,94
			Preu total per u .	465,50
2.7 EE020107	u	Caixa metàl·lica per a col·lectors de 2 a 4 unitats, de tamany 550x130x500 mm, col·locada		
	EE020177	1,000 u	Caixa metàl. colec. 2a4ut	95,83
	A012M000	1,000 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	1,000 h	Ajudant muntador	16,93
		3,000 %	Costos indirectes	132,46
			Preu total per u .	136,43
2.8 EE020108	u	Caixa metàl·lica per a col·lectors de 5 a 7 unitats, de tamany 550x130x700 mm, col·locada		
	EE020188	1,000 u	Caixa metàl. colec. 5a7ut	117,13
	A012M000	1,000 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	1,000 h	Ajudant muntador	16,93
		3,000 %	Costos indirectes	153,76
			Preu total per u .	158,37
2.9 EE020109	u	Caixa metàl·lica per a col·lectors de 8 a 12 unitats, de tamany 550x130x1.000 mm, col·locada		
	EE020199	1,000 u	Caixa metàl. colec. 8a12ut	149,07
	A012M000	1,000 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	1,000 h	Ajudant muntador	16,93
		3,000 %	Costos indirectes	185,70
			Preu total per u .	191,27
2.10 EE020103	m²	Film de polietilè		
	A012M000	0,020 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	0,020 h	Ajudant muntador	16,93
	EE020133	1,000 m2	film de polietilè	0,82
		3,000 %	Costos indirectes	1,55
			Preu total per m² .	1,60

Nº	Codi	Ud	Descripció	Totall
2.11 EE020101	m	Balda perimetral d'aïllament de polietilè extruït, molt flexible, que es situa entre la planxa d'aïllament i l'envà d'obra.		
	A012M000	0,030 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	0,030 h	Ajudant muntador	16,93
	EE020111	1,000 m	Balda perimetral d'aïllament	1,55
		3,000 %	Costos indirectes	2,65
		Preu total per m .		2,73
2.12 EE020102	m²	Planxa d'aïllament moldejada d'alta qualitat, dissenyada per agafar les tuberies de 1450x850x33. Consta de uns tetons en els que s'inserta la tuberia amb facilitat. Els tetons de la planxa permeten la instal·lació amb 10, 15, 20, 30 i 40 cm de separació entre tubs. El disseny de les planxes facilita l'acoplament encadellat entre elles.		
	EE020122	1,000 m²	Planxa d'aïllament moldejada	18,78
	A012M000	0,060 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	0,060 h	Ajudant muntador	16,93
		3,000 %	Costos indirectes	20,98
		Preu total per m² .		21,61
2.13 E93A13D0	m²	Recrescuda del suport de paviments, de 3 cm de gruix, amb morter de ciment 1:6 i additiu, elaborat a l'obra amb formigonera de 165 l		
	A0122000	0,080 h	Oficial 1a paleta	19,07
	A0140000	0,180 h	Manobre	15,97
	EE001100	1,000 m2	additiu morter	1,45
	B7C2P100	0,011 m2	Planxa EPS elast.,g=10mm	0,88
	D0701641	0,052 m3	Mortier ciment portland+fill.calc. CEM II/B-L,sorra pedra granit.,250kg/m3 ciment,1:6,elab.a obra,formigonera 165l	63,92
		3,000 %	Costos indirectes	9,18
		Preu total per m² .		9,46
2.14 ENL15126	u	Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo-Star-RS 25/4, muntada entre tubs		
	A012M000	4,000 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	4,000 h	Ajudant muntador	16,93
	BNL15120	1,000 u	Bomba accel.motor inundat Wilo-Star-RS 25/4,+brides	292,50
		3,000 %	Costos indirectes	439,02
		Preu total per u .		452,19
2.15 EE020201	u	Termòstat d'ambient per a calefacció amb regulació de 5 a 30°C, de doble contacte a 230 V i 10 A, de preu mitjà, per a muntar superficialment		
	A012H000	0,300 h	Oficial 1a electricista	19,70
	A013H000	0,300 h	Ajudant electricista	16,90
	BEV21112	1,000 u	Termòstat ambient p/calef.,5-30°C,230V mitjà,p/munt.superf. 10A,preu	30,33
		3,000 %	Costos indirectes	41,31
		Preu total per u .		42,55
2.16 EE020202	u	Capçal electrotèrmic		
	A012M000	0,300 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	0,300 h	Ajudant muntador	16,93
	EE020222	1,000 u	Capçal electrotèrmic	33,10
		3,000 %	Costos indirectes	44,09
		Preu total per u .		45,41

Nº	Codi	Ud	Descripció	Total
2.17 EE020203	u	Electrovàlvula 2 vies. Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histèresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa		
	A012J000	0,300 h	Oficial 1a lampista	5,91
	A013J000	0,300 h	Ajudant lampista	5,07
	EE020233	1,000 u	Electrovàlvula 2 vies 1/2"	40,34
		3,000 %	Costos indirectes	1,54
		Preu total per u .		52,86
2.18 EE020206	u	Electrovàlvula 2 vies 3/8". Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histèresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa		
	A012J000	0,300 h	Oficial 1a lampista	5,91
	A013J000	0,300 h	Ajudant lampista	5,07
	EE020266	1,000 u	Electrovàlvula 2 vies 3/8"	38,20
		3,000 %	Costos indirectes	1,48
		Preu total per u .		50,66
2.19 EE020204	u	Electrovàlvula 3 vies Ø 1". Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histèresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa		
	A012J000	0,300 h	Oficial 1a lampista	5,91
	A013J000	0,300 h	Ajudant lampista	5,07
	EE020244	1,000 u	Electrovàlvula 3 vies	225,25
		3,000 %	Costos indirectes	7,09
		Preu total per u .		243,32
2.20 EE020205	u	Centraletes de regulació. Bases elèctriques de connexió entre els termòstats ambient i les electrovàlvules. Alimentació: 1-230 V. Protecció: IP 30		
	A012H000	0,300 h	Oficial 1a electricista	5,91
	A013H000	0,300 h	Ajudant electricista	5,07
	EE020255	1,000 u	Centraleta de regulació	157,70
		3,000 %	Costos indirectes	5,06
		Preu total per u .		173,74

Nº	Codi	Ud	Descripció	Total
3 INSTAL·LACIÓ DE REFRIGERACIÓ				
3.1 EEJ61111	u	Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 2,0 kW de potència frigorífica màxima i 2,6 kW de potència calorífica màxima, de 57 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat		
	A012G000	4,500 h	Oficial 1a calefactor	19,70
	A013G000	4,500 h	Ajudant calefactor	16,90
	BEJ61111	1,000 u	Fan-coil cassette,2 tubs,4 vies,2,0kW/2,6kW,E=57W	639,10
		3,000 %	Costos indirectes	803,80
		Preu total per u .		827,91
3.2 EEJ61121	u	Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 2,7 kW de potència frigorífica màxima i 3,4 kW de potència calorífica màxima, de 44 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat		
	A012G000	4,500 h	Oficial 1a calefactor	19,70
	A013G000	4,500 h	Ajudant calefactor	16,90
	BEJ61101	1,000 u	Fan-coil cassette,2 tubs,4 vies,2,7kW/3,4kW,E=44W	740,00
		3,000 %	Costos indirectes	904,70
		Preu total per u .		931,84
3.3 EEJ61151	u	Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 9,5 kW de potència frigorífica màxima i 11,7 kW de potència calorífica màxima, de 120 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat		
	A012G000	6,500 h	Oficial 1a calefactor	19,70
	A013G000	6,500 h	Ajudant calefactor	16,90
	BEJ61151	1,000 u	Fan-coil cassette,2 tubs,4 vies,9,5kW/11,7kW,E=120W,230V	821,76
		3,000 %	Costos indirectes	1.059,66
		Preu total per u .		1.091,45
3.4 EF5262B2	m	Tub de coure semidur de 15 mm de diàmetre nominal, de 0,75 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment		
	A012M000	0,120 h	Oficial 1a muntador	19,70
	A013M000	0,120 h	Ajudant muntador	16,93
	B0A71600	0,500 u	Abraçadora metàl·l.,d/int.=16mm	0,32
	BF526200	1,020 m	Tub semidur,DN=15mm,g=0,75mm	1,70
	BFW526B0	0,300 u	Accessori p/tubs semid.,D=15mm,p/soldar capil·lar.	0,84
	BFY526B0	1,000 u	Pp.elem.munt.,p/tubs semid.,D=15mm,p/soldar capil·lar.	0,16
		3,000 %	Costos indirectes	6,69
		Preu total per m .		6,89

Nº	Codi	Ud	Descripció Total		
3.5 EF5282B2	m	Tub de coure semidur de 18 mm de diàmetre nominal, de 0,75 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment			
	A012M000	0,140 h	Oficial 1a muntador	19,70	2,76
	A013M000	0,140 h	Ajudant muntador	16,93	2,37
	B0A71700	0,500 u	Abraçadora metàl.,d/int.=18mm	0,32	0,16
	BF528200	1,020 m	Tub semidur,DN=18mm,g=0,75mm	Cu 2,03	2,07
	BFW528B0	0,300 u	Accessori p/tubs semid.,D=18mm,p/soldar capil.lar.	Cu 1,02	0,31
	BFY528B0	1,000 u	Pp.elem.munt.,p/tubs semid.,D=18mm,p/soldar capil.lar.	Cu 0,19	0,19
		3,000 %	Costos indirectes	7,86	0,24
			Preu total per m .		8,10
3.6 EF5293B2	m	Tub de coure semidur de 22 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment			
	A012M000	0,150 h	Oficial 1a muntador	19,70	2,96
	A013M000	0,150 h	Ajudant muntador	16,93	2,54
	B0A71900	0,500 u	Abraçadora metàl.,d/int.=22mm	0,34	0,17
	BF529300	1,020 m	Tub Cu semidur,DN=22mm,g=1mm	2,80	2,86
	BFW529B0	0,300 u	Accessori p/tubs semid.,D=22mm,p/soldar capil.lar.	Cu 1,28	0,38
	BFY529B0	1,000 u	Pp.elem.munt.,p/tubs semid.,D=22mm,p/soldar capil.lar.	Cu 0,22	0,22
		3,000 %	Costos indirectes	9,13	0,27
			Preu total per m .		9,40
3.7 EF52A3B2	m	Tub de coure semidur de 28 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment			
	A012M000	0,160 h	Oficial 1a muntador	19,70	3,15
	A013M000	0,160 h	Ajudant muntador	16,93	2,71
	B0A71C00	0,400 u	Abraçadora metàl.,d/int.=28mm	0,36	0,14
	BF52A300	1,020 m	Tub Cu semidur,DN=28mm,g=1mm	3,68	3,75
	BFW52AB0	0,300 u	Accessori p/tubs semid.,D=28mm,p/soldar capil.lar.	Cu 1,85	0,56
	BFY52AB0	1,000 u	Pp.elem.munt.,p/tubs semid.,D=28mm,p/soldar capil.lar.	Cu 0,24	0,24
		3,000 %	Costos indirectes	10,55	0,32
			Preu total per m .		10,87
3.8 EF5293B7	m	Tub de coure semidur de 35 mm de diàmetre nominal, d'1,5 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat encastat			
	A012M000	0,180 h	Oficial 1a muntador	19,70	3,55
	A013M000	0,180 h	Ajudant muntador	16,93	3,05
	BF52B500	1,020 m	Tub Cu semidur,DN=35mm,g=1,5mm	7,07	7,21
	BFW52BB0	0,300 u	Accessori p/tubs semid.,D=35mm,p/soldar capil.lar.	Cu 2,41	0,72
	BFY52BB0	1,000 u	Pp.elem.munt.,p/tubs semid.,D=35mm,p/soldar capil.lar.	Cu 0,33	0,33
		3,000 %	Costos indirectes	14,86	0,45
			Preu total per m .		15,31

Nº	Codi	Ud	Descripció Total		
3.9 EF52C3B2	m	Tub de coure semidur de 42 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat superficialment			
	A012M000	0,200 h	Oficial 1a muntador	19,70	3,94
	A013M000	0,200 h	Ajudant muntador	16,93	3,39
	B0A71G00	0,400 u	Abraçadora metàl.,d/int.=42mm	0,51	0,20
	BF52C300	1,020 m	Tub Cu semidur,DN=42mm,g=1mm	5,77	5,89
	BFW52CB0	0,300 u	Accessori p/tubs Cu semid.,D=42mm,p/soldar capil.lar.	2,48	0,74
	BFY52CB0	1,000 u	Pp.elem.munt.,p/tubs Cu semid.,D=42mm,p/soldar capil.lar.	0,43	0,43
		3,000 %	Costos indirectes	14,59	0,44
			Preu total per m .		15,03
3.10 EF52E5B1	m	Tub de coure semidur de 54 mm de diàmetre nominal, d'1,5 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat baix i col.locat superficialment			
	A012M000	0,200 h	Oficial 1a muntador	19,70	3,94
	A013M000	0,200 h	Ajudant muntador	16,93	3,39
	B0A71L00	0,333 u	Abraçadora metàl.,d/int.=75mm	1,80	0,60
	BF52E500	1,020 m	Tub Cu semidur,DN=54mm,g=1,5mm	12,37	12,62
	BFW52EB0	0,150 u	Accessori p/tubs Cu semid.,D=64mm,p/soldar capil.lar.	4,21	0,63
	BFY52EB0	0,500 u	Pp.elem.munt.,p/tubs Cu semid.,D=64mm,p/soldar capil.lar.	0,67	0,34
		3,000 %	Costos indirectes	21,52	0,65
			Preu total per m .		22,17
3.11 ENL17126	u	Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo Top 30/7, muntada entre tubs			
	A012M000	4,000 h	Oficial 1a muntador	19,70	78,80
	A013M000	4,000 h	Ajudant muntador	16,93	67,72
	BNL17120	1,000 u	Bomba accel.motor inundat Wilo Top 30/7,+brides	440,00	440,00
		3,000 %	Costos indirectes	586,52	17,60
			Preu total per u .		604,12

Nº	Codi	Ud	Descripció	Total
4 INSTAL·LACIÓ DE RENOVACIÓ D'AIRE				
4.1 EE51EJ5A	m2	Formació de conducte rectangular de llana de vidre UNE-EN 13162 de gruix 25 mm, resistència tèrmica $\geq 0,75$ m2K/W, amb recobriments exterior de paper kraft alumini reforçat i recobriments interior de vel de vidre i paper kraft d'alumini perforat, muntat encastat en el cel ras		
	A012G000	0,320 h	Oficial 1a calefactor	19,70
	A013G000	0,320 h	Ajudant calefactor	16,90
	BE51EJ50	1,150 m2	Conducte rect.LV,aglom.resines term.,recobr.ext.kraft Al refor.,recobr.int.vel vidre+kraft Al perf.	9,60
	BEW5A000	0,900 u	Suport estàndard p/conducte rect.llana aïll.,preu sup.	8,00
		3,000 %	Costos indirectes	29,95
			Preu total per m2 .	30,85
4.2 EE040301	u	Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM1500FA. Caudal màxim d'aire 1500 m³/h		
	EE040311	1,000 u	Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM1500FA	4.769,00
	A012G000	3,500 h	Oficial 1a calefactor	19,70
	A013G000	3,500 h	Ajudant calefactor	16,90
		3,000 %	Costos indirectes	4.897,10
			Preu total per u .	5.044,01
4.3 EE040302	u	Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM2000FA. Caudal màxim d'aire 2000 m³/h		
	A012G000	3,500 h	Oficial 1a calefactor	19,70
	A013G000	3,500 h	Ajudant calefactor	16,90
	EE040322	1,000 u	Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM2000FA	5.159,00
		3,000 %	Costos indirectes	5.287,10
			Preu total per u .	5.445,71
4.4 EE040102	u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x200 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	19,70
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	16,90
	EE040122	1,000 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x200 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.	13,94
		3,000 %	Costos indirectes	24,92
			Preu total per u .	25,67
4.5 EE040101	u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x300 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	19,70
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	16,90
	EE040111	1,000 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x300 mm	15,50
		3,000 %	Costos indirectes	26,48
			Preu total per u .	27,27

Nº	Codi	Ud	Descripció	Total
4.6 EE040106	u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x300 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040166	1,000 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x300 mm	13,10
		3,000 %	Costos indirectes	0,72
		Preu total per u .		24,80
4.7 EE040107	u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x350 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040177	1,000 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x350 mm	14,28
		3,000 %	Costos indirectes	0,76
		Preu total per u .		26,02
4.8 EE040103	u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x250 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040133	1,000 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x250 mm	16,11
		3,000 %	Costos indirectes	0,81
		Preu total per u .		27,90
4.9 EE040104	u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x350 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040144	1,000 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x350 mm	16,96
		3,000 %	Costos indirectes	0,84
		Preu total per u .		28,78
4.10 EE040108	u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x400 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040188	1,000 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x400 mm	18,40
		3,000 %	Costos indirectes	0,88
		Preu total per u .		30,26
4.11 EE040105	u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x100 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruï. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040155	1,000 u	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x100 mm	9,80
		3,000 %	Costos indirectes	0,62
		Preu total per u .		21,40

Nº	Codi	Ud	Descripció	Total
4.12 EE040109	u	Reixeta d'impulsió Model model AMT tamany 150x400 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040199	1,000 u	Reixeta d'impulsió Model model AMT tamany 150x400 mm	15,45
		3,000 %	Costos indirectes	0,79
		Preu total per u .		27,22
4.13 EE040201	u	Reixeta de retorn Model model RMT tamany 150x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040211	1,000 u	Reixeta de retorn Model model RMT tamany 150x150 mm	10,10
		3,000 %	Costos indirectes	0,63
		Preu total per u .		21,71
4.14 EE040202	u	Reixeta de retorn Model model RMT tamany 250x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040222	1,000 u	Reixeta de retorn Model model RMT tamany 250x150 mm	11,81
		3,000 %	Costos indirectes	0,68
		Preu total per u .		23,47
4.15 EE040203	u	Reixeta de retorn Model model RMT tamany 250x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040233	1,000 u	Reixeta de retorn Model model RMT tamany 250x200 mm	13,82
		3,000 %	Costos indirectes	0,74
		Preu total per u .		25,54
4.16 EE040204	u	Reixeta de retorn Model model RMT tamany 250x250 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040244	1,000 u	Reixeta de retorn Model model RMT tamany 250x250 mm	15,78
		3,000 %	Costos indirectes	0,80
		Preu total per u .		27,56
4.17 EE040205	u	Reixeta de retorn Model model RMT tamany 250x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040255	1,000 u	Reixeta de retorn Model model RMT tamany 250x300 mm	17,72
		3,000 %	Costos indirectes	0,86
		Preu total per u .		29,56

Nº	Codi	Ud	Descripció	Total
4.18 EE040206	u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040266	1,000 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x300 mm	13,19
		3,000 %	Costos indirectes	0,73
		Preu total per u .		24,90
4.19 EE040207	u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x350 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040277	1,000 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x350 mm	14,57
		3,000 %	Costos indirectes	0,77
		Preu total per u .		26,32
4.20 EE040208	u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 100x400 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040288	1,000 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 100x400 mm	13,34
		3,000 %	Costos indirectes	0,73
		Preu total per u .		25,05
4.21 EE040209	u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 200x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.		
	A012G000	0,300 h	Oficial 1a calefactor	5,91
	A013G000	0,300 h	Ajudant calefactor	5,07
	EE040299	1,000 u	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 200x300 mm	15,49
		3,000 %	Costos indirectes	0,79
		Preu total per u .		27,26
4.22 EEM32211	u	Extractor mecànic marca SODECA model TDME-100, situats al fals sostre i amb un conducte cap a les parets laterals		
	A012G000	0,600 h	Oficial 1a calefactor	11,82
	A013G000	0,600 h	Ajudant calefactor	10,14
	BEM32211	1,000 u	Ventilador-extractor monofàs.230V,cabal98m³/h,p/encastar	42,91
	A%AUX001	2,500 %	Despeses auxiliars mà d'obra	0,55
		3,000 %	Costos indirectes	1,96
		Preu total per u .		67,38
4.23 EEM3271F	u	Extractor mecànic marca SODECA model TDME-100, situats al fals sostre i amb un conducte cap a les parets laterals		
	A012G000	1,200 h	Oficial 1a calefactor	23,64
	A013G000	1,200 h	Ajudant calefactor	20,28
	BEM3271F	1,000 u	Ventilador-extractor monofàs.230V,cabal 320 m³/h,tip.finest.	55,39
	A%AUX001	2,500 %	Despeses auxiliars mà d'obra	1,10
		3,000 %	Costos indirectes	3,01
		Preu total per u .		103,42

7.8. Pressupost d'execució material

Pressupost parcial nº 1 INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA

Nº	Ud	Descripció	Amidament	Preu	Import
1.1	U	Bomba de calor per a la producció d'aigua amb condensació per aigua, de 47,5 kW de potència frigorífica i 58,1 kW de potència tèrmica. Enfriadora d'aigua condensada per aigua de compressors hermètics de la sèrie WRH, refrigerant R-407, amb carcassa d'acer, col·locada			
		Total u	1,000	10.307,62	10.307,62
1.2	U	Vas d'expansió per a calefacció de 35 litres i 3bar			
		Total u	1,000	85,35	85,35
1.3	U	Valvuleria, vàlvules motoritzades, vasos d'expansió i accessoris			
		Total u	1,000	2.273,00	2.273,00
1.4	U	Tuberies i aïllaments			
		Total u	1,000	2.901,30	2.901,30
1.5	U	Material elèctric			
		Total u	1,000	662,29	662,29
1.6	U	Perforació de pou de 100 metres i col·locació de sonda			
		Total u	8,000	5.450,76	43.606,08
1.7	U	Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo Top 40/7, muntada entre tubs			
		Total u	1,000	849,26	849,26
Total pressupost parcial nº 1 INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA :					60.684,90

Pressupost parcial nº 2 INSTAL·LACIÓ TERRA RADIANT

Nº	Ud	Descripció	Amidament		Preu	Import	
2.1	M	Tub de polietilè reticulat (PE-R) de 16 mm de diàmetre nominal exterior, serie 5 segons norma UNE 53-381, connectat a pressió, amb grau de dificultat mitjà i col.locat encastat					
			Total m	450,000	3,17	1.426,50	
2.2	M	Tub de polietilè reticulat (PE-R) de 20 mm de diàmetre nominal exterior, serie 5 segons norma UNE 53-381, connectat a pressió, amb grau de dificultat mitjà i col.locat encastat					
			Total m	2.050,000	3,87	7.933,50	
2.3	U	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 2 sortides per a tub de 20 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat					
			Total u	2,000	221,26	442,52	
2.4	U	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 3 sortides per a tub de 20 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat					
			Total u	1,000	417,52	417,52	
2.5	U	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 7 sortides per a tub de 16 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat					
			Total u	2,000	424,79	849,58	
2.6	U	Conjunt de col·lectors per a terra radiant amb element impulsor amb detentor, element de retorn amb vàlvules termostatzables, amb 8 sortides per a tub de 16 mm de diàmetre nominal, amb vàlvules, ràncors i elements de muntatge necessaris, col.locat amb fixacions murals i connectat					
			Total u	2,000	465,50	931,00	
2.7	U	Caixa metàl·lica per a col·lectors de 2 a 4 unitats, de tamany 550x130x500 mm, col·locada					
			Total u	3,000	136,43	409,29	
2.8	U	Caixa metàl·lica per a col·lectors de 5 a 7 unitats, de tamany 550x130x700 mm, col·locada					
			Total u	2,000	158,37	316,74	
2.9	U	Caixa metàl·lica per a col·lectors de 8 a 12 unitats, de tamany 550x130x1.000 mm, col·locada					
			Total u	2,000	191,27	382,54	
2.10	M²	Film de polietilè					
		Uts.	Llargada	Amplària	Alçada	Parcial	Subtotal
Planta baixa		280,85				280,850	
Planta primera		223,8				223,800	
						504,650	504,650
			Total m²	504,650	1,60	807,44	
2.11	M	Balda perimetral d'aïllament de polietilè extruït, molt flexible, que es situa entre la planxa d'aïllament i l'envà d'obra.					
		Uts.	Llargada	Amplària	Alçada	Parcial	Subtotal
Planta baixa		255,67				255,670	
Planta primera		278,86				278,860	
						534,530	534,530
			Total m	534,530	2,73	1.459,27	

Nº	Ud Descripció	Amidament			Preu	Import	
2.12	M² Planxa d'aïllament moldejada d'alta qualitat, dissenyada per agafar les tuberies de 1450x850x33. Consta de uns tetons en els que s'inserta la tuberia amb facilitat. Els tetons de la planxa permeten la instal·lació amb 10, 15, 20, 30 i 40 cm de separació entre tubs. El disseny de les planxes facilita l'acoplament encadellat entre elles.						
		Uts.	Llargada	Amplària	Alçada	Parcial	Subtotal
	Planta baixa	280,85				280,850	
	Planta primera	223,8				223,800	
						504,650	504,650
				Total m²	504,650	21,61	10.905,49
2.13	M² Recrescudat del suport de paviments, de 3 cm de gruix, amb morter de ciment 1:6 i additiu, elaborat a l'obra amb formigonera de 165 l						
		Uts.	Llargada	Amplària	Alçada	Parcial	Subtotal
	Planta baixa	280,85				280,850	
	Planta primera	223,8				223,800	
						504,650	504,650
				Total m²	504,650	9,46	4.773,99
2.14	U Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo-Star-RS 25/4, muntada entre tubs						
				Total u	2,000	452,19	904,38
2.15	U Termòstat d'ambient per a calefacció amb regulació de 5 a 30°C, de doble contacte a 230 V i 10 A, de preu mitjà, per a muntar superficialment						
				Total u	19,000	42,55	808,45
2.16	U Capçal electrotèrmic						
				Total u	22,000	45,41	999,02
2.17	U Electrovàlvula 2 vies. Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histeresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa						
				Total u	3,000	52,86	158,58
2.18	U Electrovàlvula 2 vies 3/8". Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histeresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa						
				Total u	22,000	50,66	1.114,52
2.19	U Electrovàlvula 3 vies Ø 1". Vàlvula motoritzada desviadora tot-res. Motor d'histeresi 230 V 50 Hz. Consum: 6 W. Temperatura de treball: de 5°C a 88°C. Temperatura ambient màxima: 50°C. Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa						
				Total u	2,000	243,32	486,64
2.20	U Centraletes de regulació. Bases elèctriques de connexió entre els termòstats ambient i les electrovàlvules. Alimentació: 1~230 V. Protecció: IP 30						
				Total u	4,000	173,74	694,96
	Total pressupost parcial nº 2 INSTAL·LACIÓ TERRA RADIANT :						36.221,93

Pressupost parcial nº 3 INSTAL·LACIÓ DE REFRIGERACIÓ

Nº	Ud	Descripció	Amidament				Preu	Import
3.1	U	Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 2,0 kW de potència frigorífica màxima i 2,6 kW de potència calorífica màxima, de 57 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat						
Total u			19,000				827,91	15.730,29
3.2	U	Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 2,7 kW de potència frigorífica màxima i 3,4 kW de potència calorífica màxima, de 44 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat						
Total u			1,000				931,84	931,84
3.3	U	Fan-coil del tipus cassette, per a treballar en sistemes de distribució d'aigua de 2 tubs, de 4 vies de sortida d'aire, de 9,5 kW de potència frigorífica màxima i 11,7 kW de potència calorífica màxima, de 120 W de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació monofàsica de 230 V, col·locat						
Total u			2,000				1.091,45	2.182,90
3.4	M	Tub de coure semidur de 15 mm de diàmetre nominal, de 0,75 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment						
			Uts.	Llargada	Amplària	Alçada	Parcial	Subtotal
Planta baixa				19,60			19,600	
Planta primera				38,40			38,400	
							58,000	58,000
Total m				58,000			6,89	399,62
3.5	M	Tub de coure semidur de 18 mm de diàmetre nominal, de 0,75 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment						
			Uts.	Llargada	Amplària	Alçada	Parcial	Subtotal
Planta baixa				2,00			2,000	
							2,000	2,000
Total m				2,000			8,10	16,20
3.6	M	Tub de coure semidur de 22 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment						
			Uts.	Llargada	Amplària	Alçada	Parcial	Subtotal
Planta primera				14,20			14,200	
							14,200	14,200
Total m				14,200			9,40	133,48
3.7	M	Tub de coure semidur de 28 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment						
			Uts.	Llargada	Amplària	Alçada	Parcial	Subtotal
Planta baixa				15,40			15,400	
Planta primera				51,20			51,200	
							66,600	66,600
Total m				66,600			10,87	723,94
3.8	M	Tub de coure semidur de 35 mm de diàmetre nominal, d'1,5 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat encastrat						
			Uts.	Llargada	Amplària	Alçada	Parcial	Subtotal
Planta baixa				62,80			62,800	
Planta primera				22,00			22,000	
							84,800	84,800
Total m				84,800			15,31	1.298,29
3.9	M	Tub de coure semidur de 42 mm de diàmetre nominal, d'1 mm de gruix, soldat per capil·laritat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment						
			Uts.	Llargada	Amplària	Alçada	Parcial	Subtotal
Planta baixa				13,00			13,000	
							13,000	13,000
Total m				13,000			15,03	195,39



Escola Politècnica
Superior

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



Universitat de
Lleida

Nº	Ud	Descripció	Amidament				Preu	Import
3.10	M	Tub de coure semidur de 54 mm de diàmetre nominal, d'1,5 mm de gruix, soldat per capil.laritat, amb grau de dificultat baix i col.locat superficialment						
			Uts.	Llargada	Amplària	Alçada	Parcial	Subtotal
		Planta baixa		10,00			10,000	
							10,000	10,000
		Total m:		10,000			22,17	221,70
3.11	U	Bomba acceleradora amb motor inundat Wilo Top 30/7, muntada entre tubs						
		Total u:		2,000			604,12	1.208,24
Total pressupost parcial nº 3 INSTAL·LACIÓ DE REFRIGERACIÓ :								23.041,89

Pressupost parcial nº 4 INSTAL·LACIÓ DE RENOVACIÓ D'AIRE

Nº	Ud	Descripció	Amidament				Preu	Import
4.1	M2	Formació de conducte rectangular de llana de vidre UNE-EN 13162 de gruix 25 mm, resistència tèrmica $\geq 0,75$ m ² K/W, amb recobriments exterior de paper kraft alumini reforçat i recobriments interior de vel de vidre i paper kraft d'alumini perforat, muntat encastat en el cel ras						
			Uts.	Llargada	Amplària	Alçada	Parcial	Subtotal
IMPULSIÓ								
	R1		33,5				33,500	
	R2		23,1				23,100	
	R3		16,2				16,200	
	R4		43,4				43,400	
	R5		32,8				32,800	
RETORN								
	R1		31,7				31,700	
	R2		28,3				28,300	
	R3		14,6				14,600	
	R4		42,9				42,900	
	R5		29,9				29,900	
							296,400	296,400
		Total m2				296,400	30,85	9.143,94
4.2	U	Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM1500FA. Caudal màxim d'aire 1500 m ³ /h						
		Total u				4,000	5.044,01	20.176,04
4.3	U	Unitat de ventilació amb recuperador entàlpic Daikin VAM2000FA. Caudal màxim d'aire 2000 m ³ /h						
		Total u				1,000	5.445,71	5.445,71
4.4	U	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x200 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.						
		Total u				3,000	25,67	77,01
4.5	U	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x300 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.						
		Total u				1,000	27,27	27,27
4.6	U	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x300 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.						
		Total u				1,000	24,80	24,80
4.7	U	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x350 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.						
		Total u				3,000	26,02	78,06
4.8	U	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x250 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.						
		Total u				7,000	27,90	195,30
4.9	U	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x350 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.						
		Total u				2,000	28,78	57,56
4.10	U	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 200x400 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.						
		Total u				1,000	30,26	30,26

Nº	Ud	Descripció	Amidament	Preu	Import
4.11	U	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 250x100 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.			
		Total u:	2,000	21,40	42,80
4.12	U	Reixeta d'impulsió Madel model AMT tamany 150x400 mm, amb alete orientables paral·leles a la major dimensió. D'alumini extruït. Fixació realitzada mitjançant clips.			
		Total u:	1,000	27,22	27,22
4.13	U	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.			
		Total u:	2,000	21,71	43,42
4.14	U	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.			
		Total u:	3,000	23,47	70,41
4.15	U	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x150 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.			
		Total u:	7,000	25,54	178,78
4.16	U	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x250 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.			
		Total u:	1,000	27,56	27,56
4.17	U	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 250x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.			
		Total u:	2,000	29,56	59,12
4.18	U	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.			
		Total u:	1,000	24,90	24,90
4.19	U	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 150x350 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.			
		Total u:	2,000	26,32	52,64
4.20	U	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 100x400 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.			
		Total u:	1,000	25,05	25,05
4.21	U	Reixeta de retorn Madel model RMT tamany 200x300 mm, amb quadrícula de 12,7 x 12,7 mm, per a sostre, marc d'alumini extruït i retícula formada per trïes d'alumini laminat.			
		Total u:	2,000	27,26	54,52
4.22	U	Extractor mecànic marca SODECA model TDME-100, situats al fals sostre i amb un conducte cap a les parets laterals			
		Total u:	2,000	67,38	134,76
4.23	U	Extractor mecànic marca SODECA model TDME-100, situats al fals sostre i amb un conducte cap a les parets laterals			
		Total u:	2,000	103,42	206,84
Total pressupost parcial nº 4 INSTAL·LACIÓ DE RENOVACIÓ D'AIRE :					36.203,97



Escola Politècnica
Superior

**Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica
sense ús determinat, ubicat al Polígon
Industrial "Camí dels Frares" de Lleida**

Carina Santiago Gallego



Universitat de
Lleida

Pressupost d'execució material

1 INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA	60.684,90
2 INSTAL·LACIÓ TERRA RADIANT	36.221,93
3 INSTAL·LACIÓ DE REFRIGERACIÓ	23.041,89
4 INSTAL·LACIÓ DE RENOVACIÓ D'AIRE	36.203,97
Total	156.152,69

Puja el pressupost d'execució material a l'expressada quantitat de CENT CINQUANTA-SIS MIL CENT CINQUANTA-DOS EUROS AMB SEIXANTA-NOU CÈNTIMS.

7.9. Resum pressupost d'execució per contracta

Projecte: Projecte de disseny d'una nau bioclimàtica sense ús determinat, ubicat al Polígon Industrial "Camí dels Frares" de Lleida

Capítol	Import
Capítol 1 INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA	60.684,90
Capítol 2 INSTAL·LACIÓ TERRA RADIANT	36.221,93
Capítol 3 INSTAL·LACIÓ DE REFRIGERACIÓ	23.041,89
Capítol 4 INSTAL·LACIÓ DE RENOVACIÓ D'AIRE	36.203,97
Pressupost d'execució material	156.152,69
13% de despeses generals	20.299,85
6% de benefici industrial	9.369,16
Suma	185.821,70
16% I.V.A.	29.731,47
Pressupost d'execució per contracta	215.553,17

Puja el pressupost d'execució per contracta a l'expressada quantitat de DOS-CENTS QUINZE MIL CINC-CENTS CINQUANTA-TRES EUROS AMB DISSET CÈNTIMS.